

Japanese Patent Laid-open No. 2000-284819A

Publication date : October 13, 2000

Applicant : Mitsubishi Denki K.K.

Title : INTERFERENCE DETECTION METHOD AND NUMERICAL VALUE

5 CONTROL APPARATUS IN NUMERICAL VALUE CONTROL MACHINE  
TOOL

(57) [Abstract]

[Object] To finely set a workable object (part) and an unworkable object (part)

10 and so as to make accurate interference inspection in the interference  
inspection using three-dimensional space data.

[Means] Respective portions such as a tool, a workpiece, a chuck main body, a  
chuck pawl, and a tail stock of a numerical value control machine tool are

expressed by three-dimensional space data according to a three-dimensional  
15 expressing method. A workable attribute or an unworkable attribute is added  
individually to respective components of the three-dimensional space data. A  
determination is made that Interference between the components to which the  
workable attribute is added is allowed and the other interference should be  
avoided in the interference detection using the three-dimensional space data.

20 [0070] The interference detection process in a constitution shown in Fig. 7 as  
an example is explained below with reference to a flowchart in Fig. 13. Data  
of a tool, a chuck main body, a chuck pawl, and a tail stock are received from a  
mechanical information storage unit 15, and three-dimensional space data  
having respective surface data of the tool, the chuck main body, the chuck pawl,  
25 and the tail stock are defined. Data of a workpiece are received from a

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

processing program storage unit 12, and three-dimensional space data having surface data of the workpiece are defined (step S31).

[0071] A workable attribute flag is added to the surface data of the tool and the surface data of the workpiece (step S32), and an unworkable attribute flag is added to the surface data of the chuck main body, the chuck pawl, and the tail stock (step S33).

[0072] When a moving instruction Fdt for the tool is received from an analyzing unit 14, the data of the tool is moved according to the moving instruction Fdt (step S34), and an interference determining unit 18 determines interference between the data of the tool, and the data of the chuck main body, the chuck pawl, the workpiece, and the data stock (step S35 and step S36).

The moving instruction Fdt represents a moving quantity of a distance F from a movement starting point to a movement end point per unit of discrete time.

[0073] At this time, when the interference between the data of the tool and the data of the workpiece is detected (Yes at step S35), the workable attribute flag is added to the surface data of the tool, and the workable attribute flag is added also to the surface data of the workpiece. For this reason, the data of the workpiece to which the workable attribute is added is determined as workable, and a shape processing unit 19 removes an interference portion between the tool and a moving trajectory area from the three-dimensional space data of the workpiece (step S37).

[0074] On the contrary, when the interference of the data of the tool with the data of the chuck main body, the data of the chuck pawl, or the data of the tail stock is detected (Yes at step S36), the workable attribute flag is added to the surface data of the tool. Since the unworkable attribute flag is, however,

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

added to the surface data of the chuck main body, the chuck pawl, and the tail stock, the data to which the unworkable attribute flag is added is determined as being unworkable, namely, being collided.

[0075] When a determination is made that the collision is present, an alarm  
5 display instruction is transmitted to a display unit 16, and the alarm is displayed on the display unit 26 (step S38). The movement of the data of the tool is stopped in a position just before the detection of the collision (step S39).

[0076] At this time, when actual working is carried out simultaneously with simulation, a tool movement stop instruction is sent via a motor control  
10 interface 13 to a motor control unit 60 so that the movement of the tool is stopped.

[0077] A check is made whether next tool moving instruction is given (step S40), steps S34 to S39 are executed until the tool moving instruction disappears.

15 [0078] When only the working simulation is carried out before the actual working without carrying out the actual working in order to check a created working program, if the collision is detected, the following display can be carried out except for the display such that the movement of the tool data is stopped in the position just before the detection of the collision. For example,  
20 the interference portion of the data of the chuck main body with the unworkable attribute flag is removed by the shape processing unit 19 similarly to the data of the workpiece, so that the working simulation is continued. In this case, however, the collision is clearly display in such a manner that as to the portion from which the data with the unworkable attribute flag are removed, its display  
25 color is changed.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2000-284819  
(P2000-284819A)

(43)公開日 平成12年10月13日 (2000. 10. 13)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード*(参考)
G 0 5 B 19/4069		G 0 5 B 19/4069	5 H 2 6 9
B 2 3 Q 15/00		B 2 3 Q 15/00	B

審査請求 未請求 請求項の数19 O L (全 37 頁)

(21)出願番号 特願平11-246570  
(22)出願日 平成11年8月31日(1999.8.31)  
(31)優先権主張番号 特願平11-19123  
(32)優先日 平成11年1月27日(1999.1.27)  
(33)優先権主張国 日本(J P)

(71)出願人 000006013  
三菱電機株式会社  
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号  
(72)発明者 橋本 浩司  
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三  
菱電機株式会社内  
(72)発明者 神谷 貴志  
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三  
菱電機株式会社内  
(74)代理人 100089118  
弁理士 酒井 宏明

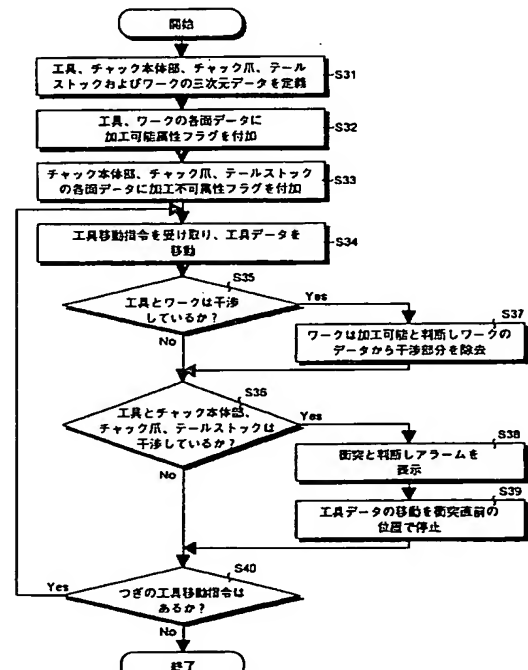
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 数値制御工作機械における干渉検出方法および数値制御装置

(57)【要約】

【課題】 三次元空間データを使用した干渉検査において、加工できるもの(部分)、加工してはいけないもの(部分)をきめ細かく設定して高度な干渉検査を行うこと。

【解決手段】 数値制御工作機械の工具、ワーク、チャック本体部、チャック爪、テールストック等の各部を三次元表現法による三次元空間データで表現し、三次元空間データの各構成要素に対して加工可能属性あるいは加工不可能属性を個別に付加し、三次元空間データを使用した干渉検出において、加工可能属性を付加されたものどうしの干渉時のみそれを許容し、それ以外の干渉時には回避すべき衝突と判定する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 数値制御工作機械の工具、ワーク、チャック本体部、チャック爪、テールストック等の各部を三次元表現法による三次元空間データで表現し、三次元空間データの各構成要素に対して加工可能属性あるいは加工不可能属性を個別に付加し、三次元空間データを使用した干渉検出において、加工可能属性を付加されたものどうしの干渉時のみそれを許容し、それ以外の干渉時には回避すべき衝突と判定することを特徴とする数値制御工作機械における干渉検出方法。

【請求項 2】 前記三次元空間データの各構成要素に対して加工可能属性あるいは加工不可能属性を個別に付加することに加えて数値制御工作機械の加工モードの判定を行うフラグを付加し、数値制御工作機械の加工モードに応じて加工可能と加工不可を選択設定することを特徴とする請求項 1 に記載の数値制御工作機械における干渉検出方法。

【請求項 3】 前記三次元空間データの各構成要素に対して加工可能属性あるいは加工不可能属性を個別に付加することに加えて数値制御工作機械の加工プログラムによる指令により加工可能と加工不可の判定を行うフラグを付加し、加工プログラムによる指令に応じて加工可能と加工不可を選択設定することを特徴とする請求項 1 に記載の数値制御工作機械における干渉検出方法。

【請求項 4】 前記三次元空間データの各構成要素に対して加工可能属性あるいは加工不可能属性を個別に付加することに加えて表示手段の画面からの設定により加工可能と加工不可の判定を行うフラグを付加し、表示手段の画面からの設定により加工可能と加工不可を選択設定することを特徴とする請求項 1 に記載の数値制御工作機械における干渉検出方法。

【請求項 5】 前記三次元空間データの各構成要素に対して加工可能属性あるいは加工不可能属性を個別に付加することに加えてプログラマブルロジックコントローラよりの指令により加工可能と加工不可の判定を行うフラグを付加し、プログラマブルロジックコントローラよりの指令に応じて加工可能と加工不可を選択設定することを特徴とする請求項 1 に記載の数値制御工作機械における干渉検出方法。

【請求項 6】 加工モード、加工プログラムによる指令、表示手段の画面からの設定あるいはプログラマブルロジックコントローラよりの指令により、加工不可と設定された構成要素を他の構成要素の色とは異なった色で画面表示することを特徴とする請求項 2～5 のいずれか一つに記載の数値制御工作機械における干渉検出方法。

【請求項 7】 加工モード、加工プログラムによる指令、表示手段の画面からの設定あるいはプログラマブルロジックコントローラよりの指令により、加工不可と設定された構成要素のみを抜粋して画面表示することを特徴とする請求項 2～5 のいずれか一つに記載の数値制御

工作機械における干渉検出方法。

【請求項 8】 前記構成要素は、面データ、線データ、あるいは点データであることを特徴とする請求項 1～7 のいずれか一つに記載の数値制御工作機械における干渉検出方法。

【請求項 9】 工具と他のものとの干渉検出では、加工不可能属性を付加されたデータのみを取り出して干渉検出を行うことを特徴とする請求項 1～8 のいずれか一つに記載の数値制御工作機械における干渉検出方法。

10 【請求項 10】 数値制御工作機械の工具、ワーク、チャック本体部、チャック爪、テールストック等の各部を三次元表現法による三次元空間データで表現したデータを使用した干渉検出において、三次元空間データの各構成要素に対して個別付加された加工可能属性あるいは加工不可能属性を参照し、加工可能属性を付加されたものどうしの干渉時のみそれを許容し、それ以外の干渉時には回避すべき衝突と判定する干渉判定手段を有していることを特徴とする数値制御装置。

20 【請求項 11】 前記三次元空間データの各構成要素に対して加工可能属性あるいは加工不可能属性を個別に付加することに加えて数値制御工作機械の加工モードの判定を行うフラグを付加され、前記干渉判定手段は数値制御工作機械の加工モードに応じて加工可能と加工不可を選択設定することを特徴とする請求項 10 に記載の数値制御装置。

【請求項 12】 前記三次元空間データの各構成要素に対して加工可能属性あるいは加工不可能属性を個別に付加することに加えて数値制御工作機械の加工プログラムによる指令により加工可能と加工不可の判定を行うフラグを付加され、前記干渉判定手段は加工プログラムによる指令に応じて加工可能と加工不可を選択設定することを特徴とする請求項 10 に記載の数値制御装置。

【請求項 13】 前記三次元空間データの各構成要素に対して加工可能属性あるいは加工不可能属性を個別に付加することに加えて表示手段の画面からの設定により加工可能と加工不可の判定を行うフラグを付加され、前記干渉判定手段は表示手段の画面からの設定により加工可能と加工不可を選択設定することを特徴とする請求項 10 に記載の数値制御装置。

40 【請求項 14】 前記三次元空間データの各構成要素に対して加工可能属性あるいは加工不可能属性を個別に付加することに加えてプログラマブルロジックコントローラよりの指令により加工可能と加工不可の判定を行うフラグを付加され、前記干渉判定手段はプログラマブルロジックコントローラよりの指令に応じて加工可能と加工不可を選択設定することを特徴とする請求項 10 に記載の数値制御装置。

50 【請求項 15】 加工モード、加工プログラムによる指令、表示手段の画面からの設定あるいはプログラマブルロジックコントローラよりの指令により、加工不可と設



定された構成要素を他の構成要素の色とは異なった色で画面表示することを特徴とする請求項11~14のいずれか一つに記載の数値制御装置。

【請求項16】 加工モード、加工プログラムによる指令、表示手段の画面からの設定あるいはプログラマブルロジックコントローラよりの指令により、加工不可と設定された構成要素のみを抜粋して画面表示することを特徴とする請求項11~14のいずれか一つに記載の数値制御装置。

【請求項17】 前記構成要素は、面データ、線データ、あるいは点データであることを特徴とする請求項10~16のいずれか一つに記載の数値制御装置。

【請求項18】 前記干渉判定手段は、工具と他のものとの干渉検出では、加工不可能属性を付加されたデータのみを取り出して干渉検出を行うことを特徴とする請求項10~17のいずれか一つに記載の数値制御装置。

【請求項19】 加工可能属性または加工不可能属性を付加された複数のデータの中から、任意のデータを取り出して表示することを特徴とする請求項10~18のいずれか一つに記載の数値制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、数値制御工作機械における干渉検出方法および数値制御装置に関し、特に、三次元表現法による三次元空間データを使用して干渉検出（シミュレーション）を行う数値制御工作機械における干渉検出方法および数値制御装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】数値制御装置（NC）は、紙テープなどより加工プログラムを読み取り、加工プログラムによる命令に基づいて数値制御処理（解析処理）を実行し、この処理結果により工作機械の工具位置などを対応する数値情報で指令するものであり、数値制御装置により制御される数値制御工作機械（NC工作機械）には、旋盤、フライス盤、ボール盤、研削盤、マシニングセンタ、放電加工機、レーザ加工機等の種々の工作機械がある。

【0003】工作機械を扱うオペレータにより作成される加工プログラムによっては、工作機械の工具、主軸台、ワークなどが干渉する可能性があり、これを回避するための各種の干渉チェック技術は、従来より提案されている。

【0004】図31は、干渉チェック機能を有する従来のコンピュータ式の数値制御装置の一例を示している。この数値制御装置（CNC）は、多軸多系統数値制御装置であり、各系統の加工プログラム100a、100b、・・・を格納するメモリ100と、各系統毎の加工プログラム解析処理部101a、101b、・・・とを有し、加工プログラム100a、100b、・・・を系統という単位でそれぞれ独立して実行できる。各系統の

制御軸はパラメータ設定部102で予め設定される。

【0005】加工プログラムの実行に際しては、メモリ100から加工プログラムが1ブロックずつ読み出され、加工プログラム解析処理部101a、101b、・・・によって解析される。

【0006】ついで、補間処理部103によって補間処理が行われ、軸制御部104にて各系統の制御軸ごとに軸制御処理が行われ、軸移動量出力回路105より各制御軸のサーボ制御部106a、106b、・・・に軸移動量が出力される。これにより、サーボモータ107a、107b、・・・が駆動され、工作機械のテーブル、刃物台が移動する。

【0007】また、機械制御信号処理部108を介してシーケンス回路109へ指令信号が入力されることにより、スピンドル正転／逆転／停止やチャックの開閉などの機械制御が行われる。メモリ100に格納された情報は画面表示処理部110へ出力され、その出力情報が表示ユニット111に表示される。

【0008】従来より行われている数値制御装置における干渉チェックとして、各工具が存在する領域を定義した干渉領域どうしが干渉するか否かによって工具どうしが干渉するか否かをチェックする方式がある。

【0009】この干渉チェックでは、各工具が存在する領域である干渉領域を定義する干渉物定義データ112を予め数値制御装置のメモリ100に格納しておき、工具の移動に対応させてその干渉領域を移動させ、干渉領域どうしが干渉するか否かを補間処理部103の干渉判定手段113にて判定することにより、工具どうしの干渉チェックを行う。

【0010】つぎに、この干渉チェックの具体例として、NC多軸旋盤に適用した場合について図32を用いて説明する。この干渉チェックにおいては、互いに異なる制御軸に割り付けられている二つの工具Ta、Tbがそれぞれ納まる干渉領域Sa、Sbを一つの長方体（二次元データ）で設定され、工具Ta、Tbの移動に合わせてその干渉領域Sa、Sbの座標位置を移動させ、干渉領域SaとSbとの相互の干渉を判定することによって、工具TaとTbとの干渉を防ぐことが行われる。

【0011】たとえば、工具Ta、Tbが補間処理に伴う軸移動に応じて、工具TaがA位置よりC位置へ、工具TbがB位置よりD位置へ移動すると、それに応じて干渉領域Sa、SbもA、B位置に対応する位置より、その軸移動に追従する形態でC、D位置に対応する位置へ移動する。このとき、干渉領域どうしが移動によって干渉し合う場合には、そこで軸移動量の出力を停止し、工具の干渉を防ぐことが行われる。

【0012】図33に従来の干渉チェックの処理フローを示している。この処理フローでは、先ず、入力された干渉物定義データより干渉領域の形状を計算し（ステップS201）、干渉領域が移動する場合には（ステップ

S202肯定)、加工プログラム100a、100b、  
・・・の解析結果による移動指令に応じて移動先の干渉  
領域の位置計算を行う(ステップS203)。ついで、  
干渉の判定を行い(ステップS204)、干渉領域どう  
しが干渉する場合には、軸移動を停止し、アラームを発生  
する(ステップS205)。

【0013】また、ロボットとこれの作業環境との干渉  
検査を行うことができるロボット・シミュレーション・  
システムとして、8分木データによる三次元空間データ  
を使用してロボットと作業環境との干渉検査を行うもの  
が特開昭61-250707号公報に開示されている。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】従来のNC工作機械に  
おける干渉検出では、たとえば、工具の干渉チェックを  
行う場合には、対象となる工具が納まるように設定した  
一つの長方体領域の全てを干渉領域とすることがあり、実  
際には干渉し得ない範囲まで干渉領域とすることがあり、詳  
細で無駄のない干渉チェックを行うことができない。

【0015】また、二次元データによって判別するた  
め、たとえば、チャックの爪は、通常、中心軸線周りに  
120度間隔で3個あるが、二次元の形状データを用い  
た表現では、チャック爪は、図32に符号120で示さ  
れているように、爪形状が通過(回転移動)する領域と  
して四角形で表現され、本来、離れているチャック爪と  
チャック爪の間のワーク部分に、回転停止状態で、たと  
えばドリル工具により孔明け加工するような場合でも、  
爪形状の領域と判別されてしまい、加工してはいけない  
領域であると判断されてしまう。また、従来の干渉チェ  
ックでは、二次元データ上で加工して良い、悪いの判断  
が固定であったため、特殊な状況には対応できないと云  
う問題があった。

【0016】特開昭61-250707号公報に示され  
ているようなロボット・シミュレーション・システム  
は、三次元空間データを使用してロボットと作業環境と  
の2者の干渉検査を行うが、工作機械には、ワーク、工  
具、チャック本体、チャック爪、テールストック、イケ  
ール、ワーク取付け具等があり、これら相互には、加工  
可能なもの(部分)と加工してはいけない加工不可な  
もの(部分)があることに對して、これらのことをきめ細  
かく区別して高度な干渉検査を行うことはできない。

【0017】この発明は、上述の如き問題点を解消す  
るためになされたもので、三次元空間データを使用した干  
渉検査において、加工できるもの(部分)、加工しては  
いけないもの(部分)をきめ細かく設定して高度な干渉  
検査を行うことができる数値制御工作機械における干渉  
検出方法および数値制御装置を得ることを目的としてい  
る。

【0018】

【課題を解決するための手段】上述の目的を達成するた  
めに、この発明による数値制御工作機械における干渉検

出方法は、数値制御工作機械の工具、ワーク、チャック  
本体部、チャック爪、テールストック等の各部を三次元  
表現法による三次元空間データで表現し、三次元空間デ  
ータの各構成要素に対して加工可能属性あるいは加工不  
可能属性を個別に付加し、三次元空間データを使用した  
干渉検出において、加工可能属性を付加されたものどう  
しの干渉時のみそれを許容し、それ以外の干渉時には回  
避すべき衝突と判定するものである。

【0019】つぎの発明による数値制御工作機械におけ  
る干渉検出方法は、前記三次元空間データの各構成要素  
に対して加工可能属性あるいは加工不可能属性を個別に  
付加することに加えて数値制御工作機械の加工モードの  
判定を行うフラグを付加し、数値制御工作機械の加工モ  
ードに応じて加工可能と加工不可を選択設定するもので  
ある。

【0020】つぎの発明による数値制御工作機械におけ  
る干渉検出方法は、前記三次元空間データの各構成要素  
に対して加工可能属性あるいは加工不可能属性を個別に  
付加することに加えて数値制御工作機械の加工プログラ  
ムによる指令により加工可能と加工不可の判定を行うフ  
ラグを付加し、加工プログラムによる指令に応じて加工  
可能と加工不可を選択設定するものである。

【0021】つぎの発明による数値制御工作機械におけ  
る干渉検出方法は、前記三次元空間データの各構成要素  
に対して加工可能属性あるいは加工不可能属性を個別に  
付加することに加えて表示手段の画面からの設定により  
加工可能と加工不可の判定を行うフラグを付加し、表示  
手段の画面からの設定により加工可能と加工不可を選択  
設定するものである。

【0022】つぎの発明による数値制御工作機械におけ  
る干渉検出方法は、前記三次元空間データの各構成要素  
に対して加工可能属性あるいは加工不可能属性を個別に  
付加することに加えてプログラマブルロジックコントロ  
ーラよりの指令により加工可能と加工不可の判定を行う  
フラグを付加し、プログラマブルロジックコントローラ  
よりの指令に応じて加工可能と加工不可を選択設定する  
ものである。

【0023】つぎの発明による数値制御工作機械におけ  
る干渉検出方法は、加工モード、加工プログラムによる  
指令、表示手段の画面からの設定あるいはプログラマブ  
ルロジックコントローラよりの指令により、加工不可と  
設定された構成要素を他の構成要素の色とは異なった色  
で画面表示するものである。

【0024】つぎの発明による数値制御工作機械におけ  
る干渉検出方法は、加工モード、加工プログラムによる  
指令、表示手段の画面からの設定あるいはプログラマブ  
ルロジックコントローラよりの指令により、加工不可と  
設定された構成要素のみを抜粋して画面表示するもので  
ある。

【0025】つぎの発明による数値制御工作機械におけ

る干渉検出方法は、前記構成要素が、面データ、線データ、あるいは点データであるものである。

【0026】つぎの発明による数値制御工作機械における干渉検出方法は、工具と他のものとの干渉検出では、加工不可能属性を付加されたデータのみを取り出して干渉検出を行うものである。

【0027】また、上述の目的を達成するために、この発明による数値制御装置は、数値制御工作機械の工具、ワーク、チャック本体部、チャック爪、テールストック等の各部を三次元表現法による三次元空間データで表現したデータを使用した干渉検出において、三次元空間データの各構成要素に対して個別付加された加工可能属性あるいは加工不可能属性を参照し、加工可能属性を付加されたものどうしの干渉時のみそれを許容し、それ以外の干渉時には回避すべき衝突と判定する干渉判定手段を有しているものである。

【0028】つぎの発明による数値制御装置は、前記三次元空間データの各構成要素に対して加工可能属性あるいは加工不可能属性を個別に付加することに加えて数値制御工作機械の加工モードの判定を行うフラグを付加され、前記干渉判定手段は数値制御工作機械の加工モードに応じて加工可能と加工不可を選択設定するものである。

【0029】つぎの発明による数値制御装置は、前記三次元空間データの各構成要素に対して加工可能属性あるいは加工不可能属性を個別に付加することに加えて数値制御工作機械の加工プログラムによる指令により加工可能と加工不可の判定を行うフラグを付加され、前記干渉判定手段は加工プログラムによる指令に応じて加工可能と加工不可を選択設定するものである。

【0030】つぎの発明による数値制御装置は、前記三次元空間データの各構成要素に対して加工可能属性あるいは加工不可能属性を個別に付加することに加えて表示手段の画面からの設定により加工可能と加工不可の判定を行うフラグを付加され、前記干渉判定手段は表示手段の画面からの設定により加工可能と加工不可を選択設定するものである。

【0031】つぎの発明による数値制御装置は、前記三次元空間データの各構成要素に対して加工可能属性あるいは加工不可能属性を個別に付加することに加えてプログラマブルロジックコントローラよりの指令により加工可能と加工不可の判定を行うフラグを付加され、前記干渉判定手段はプログラマブルロジックコントローラよりの指令に応じて加工可能と加工不可を選択設定するものである。

【0032】つぎの発明による数値制御装置は、加工モード、加工プログラムによる指令、表示手段の画面からの設定あるいはプログラマブルロジックコントローラよりの指令により、加工不可と設定された構成要素を他の構成要素の色とは異なった色で画面表示するものであ

る。

【0033】つぎの発明による数値制御装置は、加工モード、加工プログラムによる指令、表示手段の画面からの設定あるいはプログラマブルロジックコントローラよりの指令により、加工不可と設定された構成要素のみを抜粋して画面表示するものである。

【0034】つぎの発明による数値制御装置は、前記構成要素が、面データ、線データ、あるいは点データであるものである。

10 【0035】つぎの発明による数値制御装置は、前記干渉判定手段は、工具と他のものとの干渉検出では、加工不可能属性を付加されたデータのみを取り出して干渉検出を行うことができるものである。

【0036】つぎの発明による数値制御装置は、加工可能属性または加工不可能属性を付加された複数のデータの中から、任意のデータを取り出して表示するものである。

【0037】

20 【発明の実施の形態】以下に添付の図を参照して、この発明にかかる数値制御工作機械における干渉検出方法および数値制御装置の実施の形態を詳細に説明する。

【0038】実施の形態1. 図1はこの発明による数値制御装置の実施の形態1を示している。数値制御装置

(制御ユニット)は、制御ユニット全体を制御するメインCPU10と、メインCPU10の演算を補助する演算素子11と、EIA/ISOプログラムなどの加工プログラムを格納する加工プログラム格納手段12と、加工プログラム格納手段12に格納された加工プログラムを解析し、指令をモータ制御インターフェース13に出力する解析手段14と、モータ制御インターフェース13上の種々のデータを格納する機械情報格納手段15と、解析手段14から出力されたデータの表示や機械情報格納手段15に格納されたデータの表示や三次元空間データによる干渉空間の三次元表示等を行うCRT等による表示手段(ディスプレイ装置)16と、表示手段16による形状表示のためのデータ処理を行うグラフィックボード等による形状表示処理手段17と、干渉判定手段18と、形状処理手段19と、キーボード、ポインティングデバイス、操作盤等による各種入力を行う入力手段20とを有しており、モータ制御インターフェース13にモータ制御手段60を接続されている。

【0039】形状表示処理手段17は、干渉空間の三次元表示のために、自動プログラム言語等による加工データ、機械データを使用して、ワーク、工具、チャック本体、チャック爪、テールストック、イケール、ワーク取付け具等を、三次元空間データを用いて三次元表現法(三次元空間データ表現法)により表現する処理を行う。

50 【0040】ここで使用する三次元空間データ(三次元表現データ)とは、工具軌跡データとワーク、工具、チ

ャック本体、チャック爪、テールストックなどの段取りデータおよび加工プログラムからなるデータを三次元座標値データにて表現したものである。

【0041】三次元表現法は、三次元空間データを、オブジェクト全体を包含する立方体を最初のオクタントとして開始し、オブジェクトとオクタントとの関係に基づいて、分割、非分割を決定し、分割の場合には各辺の長さの $1/2$ を一辺の長さとする8つのオクタントに分割し、木構造を形成するようにしたオクトツリー表現法である。このオクトツリー表現法は特開昭63-101969号公報に示されている。

【0042】図2(a)、(b)を参照してオクトツリー表現法による三次元表現処理について説明する。図2(a)に示されている処理フローにおいて、オブジェクト全体を包含する立方体を設定し、その立方体を最初のオクタントとし(ステップS11)、ルーチン“OCTREE”をコールする(ステップS12)。

【0043】ルーチン“OCTREE”は、図2(b)に示されており、オクタントにおける複雑度を算出し、そのオクタントにおける複雑度がしきい値K以下である場合には(ステップS21肯定)、T(Termina1)ノードを生成し(ステップS22)、そのオクタント内における状態を表わす全ての情報群へのポインタを、そのノードのデータとして設定し(ステップS23)、分割せずに終了する。但し、しきい値Kは三次元表現法における定数パラメータである。

【0044】これに対し、オクタントにおける複雑度がしきい値Kより大きい場合には(ステップS21否定)、未解決のノードU(Unresolved)ノードを生成し(ステップS24)、各辺の長さがそのオクタントの長さの $1/2$ を一辺の長さとする8つのオクタントを生成し、各オクタントに対して再帰的にルーチン“OCTREE”を繰り返して実行し(ステップS25)、木構造データを形成する。

【0045】次に、複雑度について説明する。複雑度としては、オクタント内におけるオブジェクトを表現するのに必要な「半空間表現方程式」の数を用いる。この「半空間表現方程式」とは、たとえば、ある平面によって切られる領域の一方を表わす方程式である( $ax + by + cz > d$ )、ある球の内部を表わす方程式である( $(x-x1)^2 + (y-y1)^2 + (z-z1)^2 < r^2$ )というような三次元空間を二つに分割したその一方の領域を表わす方程式のことである。

【0046】なお、a、b、c、d、x1、y1、z1及びrは、それぞれ平面及び球を規定するためのパラメータである。

【0047】複雑度と比較することにより、分割、非分割を決定するためのしきい値Kとしては、2、3といったような自然数を考えればよい。

【0048】ここで、説明のために、しきい値K=2と

した場合について考えてみる。三次元表現法においては、三次元空間を、オブジェクト全体を包含する立方体から開始し、オブジェクトとの関係によって、分割または非分割を決定する。

【0049】図3の三次元空間データに示すように、オクタント21が完全にオブジェクト90の外部にある場合、あるいは図3に示すようにオクタント22が完全にオブジェクト90の内部にある場合には、各オクタント内部においてオブジェクト90を表現するのに必要な半空間表現方程式は存在しないので、複雑度は0である。従って、Tノードを生成して分割を中止する。この場合、このTノードに対しては、特にポインタを設定する必要はない。

【0050】これに対し、図4の三次元空間データに示すような場合には、オクタント23の内部には、オブジェクトを表現するための半空間表現方程式の境界面がいくつか存在する。すなわち、二つの平面の境界を表わす平面境界24と、一つの球面の境界を表わす球面境界25と、一つの平面の境界を表わす平面境界26がある。従って、この場合には、複雑度は3となり、K(=2)より大きいので、Uノードを生成して分割を行なう。

【0051】また、図5の三次元空間データに示すような場合も、オクタント23の内部にはオブジェクトを表現するための半空間表現方程式の境界面がいくつか存在する。すなわち、一つの平面の境界を表わす平面境界26と、一つの球面の境界を表わす球面境界27がある。従って、この場合には、複雑度は2となり、K(=2)と等しいので、Tノードを生成し、平面境界26および球面境界27の境界面を表わす二つの半空間表現方程式等を含む情報群への二つのポインタをこのTノードに設定する。

【0052】図6は、上述的方式によって作成されたオクトツリー構造型データを示している。図6において、30、31、32、33および34は半空間表現方程式等を含む情報群データであり、矢印は各ノードに設定されたポインタの接続を示している。

【0053】なお、情報群データ中に、各加工等に必要情報、たとえば、面精度等の情報、グラフィック表示に必要な面の反射係数、散乱係数等の両属性等の情報を与えれば、極めて有効である。この三次元表現法によれば、一つのオクタント内はK個以下の半空間方程式等を含む情報群データのみを持つという性質を有している。この性質は、並列処理システム等へのアプリケーションを考えた場合、極めて大きな意味を持つ。たとえば、一つのオクタント内での干渉問題を解決する場合を考えると、並列度Nのシステムの場合、しきい値K=Nとし、各プロセッサに対して、それぞれ一つずつの半空間方程式との干渉問題として割り付けることにより、システムの並列性を有効に利用することができる。

【0054】図7は、この発明による数値制御工作機械

における干渉検出方法の適用箇所を三次元空間データを用いて表現している。図7に示されているようなNC旋盤による切削加工について、三次元の形状データを用いて加工シミュレーションを行なうことを例として以下に記述する。

【0055】図7において、50は工具を表わす面データ群、51はチャック本体部を表わす面データ群、52はチャック爪を表わす面データ群、53はワークを表わす面データ群、54はテールストックを表わす面データ群である。ここで、50～54の各面データ群は、それぞれ図6が示すようにツリー型のデータ構造を構成することにより、三次元空間データを表現する。なお、切削に関係するのは、工具の面データ群50とワークの面データ群53である。

【0056】チャック本体部、チャック爪、テールストックが工具あるいはワークと干渉した場合には、衝突が生じたと判断され、衝突が生じる工具の移動の直前に、何らかの方法で予防処置が取られることが要求される。干渉するとは、たとえば、工具の三次元空間データを構成する面データとチャックの三次元空間データを構成する面データどうしが、三次元空間内で交差する状態のことを云い、この干渉は干渉判定手段18により検出する。

【0057】この例では、図7に示されている工具を表わす面データ群50、チャック本体部を表わす面データ群51、チャック爪を表わす面データ群52、ワークを表わす面データ群53、テールストックを表わす面データ群54の各データに対して、それぞれ、工具の面データ全てに対しては加工可能属性を表わすフラグを付加し、ワークの面データ全てに対しては、加工可能属性を表わすフラグを付加する。また、チャック本体部、チャック爪、テールストックの各面データ全てに対しては、加工不可能属性を表わすフラグを付加する。

【0058】以下、干渉判定手段18について説明する。図8(a)、(b)は干渉判定手段18の処理の説明図である。図8(a)、(b)において、40は面データ群Aにより表わされた立方体、41は面データ群Bにより表わされた立方体である。面データ群Aには、面データ1、面データ2、頂点1、頂点2、頂点3、頂点4・・・があり、面データ群Bにも、面データ1、面データ2・・・がある。

【0059】ここで、面データ群Aおよび面データ群Bは、それぞれ6個の面データを持ち、図9に示されているように、面データ1から面データ6までをまとめたデータとして認識されるように、たとえば、リスト構造のようなデータ構造として関連付けられる。

【0060】図10は、面データのデータ構造のブロック例を示している。それぞれの面データは、図10で示すように、三次元空間上で、面データを構成して表現(画面表示)するのに必要な各種情報(頂点の座標情

報、法線情報、稜線情報)に加えて、加工不可能属性(加工不可属性)を表わすフラグ情報あるいは加工可能(加工許可)属性を表わすフラグ情報を持つ。たとえば、図8の面データ群Aを構成する面データ1は、頂点1、頂点2、頂点3、頂点4から構成され、図10で示すようなデータを持つ。

【0061】これは、各面データに加工不可能属性あるいは加工可能属性を個別に付加できることを意味し、干渉判定手段18は、加工不可能属性を持つ面データ群どうしが交差状態、あるいは一方が加工不可能属性を持つ面データ群が交差状態であれば、回避すべき衝突状態にあると判定し、加工可能属性を持つ面データ群どうしが交差状態の場合のみ、これを許容する。

【0062】なお、法線情報は、面データを構成する各頂点でのベクトル情報であり、三次元表現での面データの表・裏の情報や、面データで構成された立方体などの三次元空間データの内部・外部の情報となり、また、この法線情報より画面表示時における各面の光の反射情報を得る。稜線情報とは、面データを構成する図形の辺を示す情報であり、辺の端点を示す二つの頂点情報により現され、稜線情報が示す稜線をつなげることで、面データが構成され、面データにより三次元空間中に閉空間を構成するによって三次元の形状データを構成する。

【0063】形状処理手段19は、加工可能属性を持つ面データ群どうしが交差状態の場合、加工可能と判断されると、たとえば、ワークの三次元空間データからの工具の移動軌跡領域との干渉部分を除去し、交差した部分の片側を表示しなくするための隠線処理を行う。なお、形状処理手段19は形状表示処理手段17に包有させることができる。

【0064】上述のようなデータ構造を持つ面データ群Aと面データ群Bにおいて、図8(b)に示されているように、面データ群Aと面データ群Bが交差していると。三次元空間内において、面データ群Aで表わす立方体と面データ群Bで表わす立方体が図8(b)のように交差していると判定するには、まず、面データ群Aの面データ1と面データ群Bの面データ1の交線計算を行なって交線がないかを求める。

【0065】つぎに、面データ群Aの面データ1と面データ群Bの面データ2の交線計算を行なって交線がないかを求めと云う具合に、面データ群Aの全ての面データと面データ群Bの全ての面データの交線計算を行ない、交線が存在する場合には、図10(b)のように、面データ群Aで表わす立方体と面データ群Bで表わす立方体が交差していると判定することができる。

【0066】ここで、たとえば、面データ群Aを構成する面データは、全て加工不可能属性を持ち、面データ群Bを構成する面データも、全て加工不可能属性を持つとする。面データ群Aの面データ2と面データ群Bの面データ1の交線判定を行なった結果、交線が存在すること

で、面データ群Aで表わす立方体と面データ群Bで表わす立方体とが交差していると判定する。この場合には、面データ群Aの面データ2は加工不可能属性フラグを持ち、面データ群Bの面データ1も加工不可能属性フラグを持ち、加工不可能属性フラグを持つ面データ群どうしが交差状態にあると判定できるので、衝突状態にあると判定することができる。

【0067】また、図10に示されている面データのデータ構造に代えて、図11に示すように、面を構成する各稜線のデータ構造に、加工不可能属性を表わすフラグ情報あるいは加工可能属性を表わすフラグ情報を持つことができる。

【0068】面データ群Aの面データ2と面データ群Bの面データ1の交線計算により交差状態にあると判定される場合、面データ群Aの面データ2を構成する稜線データが加工不可能属性を持ち、面データ群Bの面データ1を構成する稜線データが加工不可能属性を持つ。この場合には、加工不可能属性フラグを持つ面データ群どうしが交差状態にあると判定できるので、衝突状態にあると判定することができる。

【0069】また、図12に示されているように、面の稜線を構成する頂点のデータ構造に、加工不可能属性を表わすフラグ情報あるいは加工可能属性を表わすフラグ情報を持つことができる。面データ群Aの面データ2と面データ群Bの面データ1の交線計算により交差状態にあると判定される場合、面データ群Aの面データ2の稜線を構成する頂点のデータ構造に加工不可能属性を持ち、面データ群Bの面データ1の稜線を構成する頂点のデータが加工不可能属性を持つ。この場合には、加工不可能属性フラグを持つ面データ群どうしが交差状態にあると判定できるので、結果、衝突状態にあると判定することができる。

【0070】つぎに、図7に示されている構成を例として、干渉検出処理を図13のフローチャートを参照して説明する。まず、機械情報格納手段15から工具、チャック本体部、チャック爪、テールストックのデータを受け取り、工具、チャック本体、チャック爪、テールストックの各面データを持つ三次元空間データを定義し、加工プログラム格納手段12からワークのデータを受け取り、ワークの面データを持つ三次元空間データを定義する(ステップS31)。

【0071】つぎに、工具の各面データおよびワークの各面データに対しては加工可能属性フラグを付加し(ステップS32)、チャック本体部、チャック爪、テールストックデータの各面データに対しては加工不可能属性フラグを付加する(ステップS33)。

【0072】つぎに、解析手段14より工具の移動指令Fdtを受け取ると、移動指令Fdtにより工具データを移動させ(ステップS34)、干渉判定手段18によ

つて工具データとチャック本体部、チャック爪、ワーク、テールストックの各データとの干渉を判定する(ステップS35、ステップS36)。なお、移動指令Fdtは、移動始点から移動終点までの距離Fの離散時間単位当りの移動量である。

【0073】このとき、工具データとワークデータとの干渉が検出されれば(ステップS35肯定)、工具の各面データに対しては加工可能属性フラグが付加され、ワークの各面データに対しても加工可能属性フラグが付加されているから、加工可能属性を付加されたワークデータは加工可能と判断し、形状処理手段19によりワークの三次元空間データから工具の移動軌跡領域との干渉部分を除去する(ステップS37)。

【0074】これに対し、工具データに対して、チャック本体部データ、あるいは、チャック爪データ、テールストックデータとの干渉が検出された場合には(ステップS36肯定)、工具の各面データに対しては加工可能属性フラグが付加されるが、チャック本体部、チャック爪、テールストックの各面データに対しては加工不可能属性フラグが付加されているから、このときには、加工不可能属性フラグを付加されたデータは加工不可能、すなわち衝突と判断する。

【0075】このように、衝突と判断された場合には、表示手段16にアラーム表示指令を送り、表示手段26にアラームを表示する(ステップS38)。また工具データの移動を、衝突が検出された直前の位置で停止させる(ステップS39)。

【0076】このとき、シミュレーションと同時に実加工を行なっている場合には、モータ制御インターフェース13を経由してモータ制御手段60に対して工具移動停止指令を出し、工具の移動を停止する。

【0077】最後に、つぎの工具移動指令があるか否かをチェックし(ステップS40)、ステップS34～ステップS39を工具移動指令がなくなるまで実行する。

【0078】実加工前で、作成した加工プログラムをチェックするために実加工を行わずに加工シミュレーションのみを行なっている場合では、衝突が検出されると、上述のように、工具データの移動を、衝突が検出された直前の位置で停止させる表示以外に、衝突が検出された加工不可能属性フラグの付加する、たとえばチャック本体部データの干渉部分を、ワークデータと同様に、形状処理手段19により除去してそのまま加工シミュレーションを継続する表示も可能である。ただし、この場合には、加工不可能属性フラグの付加するデータの除去部分に対して、表示色を変更するなど、衝突であることが明確に分かるように表示する。

【0079】また、図7では示されていないが、チャック本体部、チャック爪、テールストックのデータ以外にも、たとえば、工具のホルダを表わすデータを定義し、同様に加工不可能属性フラグを付加することができる。この場合、工具ホルダのデータは工具データの移動と



にも移動させ、工具ホルダのデータに対してチャック本体部、チャック爪、テールストックのデータとの干渉を判定できる。

【0080】工具ホルダのデータに対してワークデータとの干渉が検出された場合、工具ホルダの各面データに対しては加工不可能属性フラグが付加されているから、ワークの各面データに対しては加工可能属性フラグが付加されていても、衝突と判断することができる。衝突と判断された場合には、工具データの衝突の場合で説明したのと同様に、アラーム表示などの処理を行なう。

【0081】また、工具ホルダデータに対して、チャック本体部データ、チャック爪データ、テールストックデータが干渉する場合がある。この場合には、工具ホルダの各面データに対して加工不可能属性フラグが付加され、またチャック本体部あるいはチャック爪、テールストックの各面データに対しても加工不可能属性フラグが付加されているから、衝突と判断し、上記同様にアラーム表示などの処理を行なう。

【0082】また、上述した以外にも、工作機械内の加工環境に存在し、加工に際して衝突する可能性のある対象に対しては、その対象物を表わす面データによる三次元空間データに対して加工不可能属性フラグを付加し、上述のような加工シミュレーションを実行することにより、衝突を検出することができる。

【0083】また、以上の説明では、工具データ、チャック本体部データ、チャック爪データ、ワークデータ、テールストックデータの全てに対して加工シミュレーションを実行しているが、工具データがワークデータ以外と衝突する可能性があるかどうかの干渉判定のみを行ないたいような場合には、加工不可能属性が付加された工具データ、チャック本体部データ、チャック爪データ、テールストックデータのみを選択し実行することができる。

【0084】また、干渉判定は不要で、加工プログラムによりワークがどのような形状に加工されるかの確認（ワークの加工シミュレーション）のみを実施したい場合には、工具データ、ワークデータのみを取り出して表示することもできる。また、上記二つの実行を別々に行ない、実行結果を重ね合わせて表示することにより、干渉判定とワークの加工シミュレーションを同時にすることもできる。

【0085】実施の形態2。実施の形態2の数値制御装置のハードウェア構成は実施の形態1のものと同一であるので、その説明は省略する。

【0086】この実施の形態では、図14に示されているように、各面データに、加工不可能属性（加工不可属性）を表わすフラグ情報あるいは加工可能（加工許可）属性を表わすフラグ情報に加えて加工モード判定用フラグが付加されている。加工モード判定用フラグは、加工プログラム等で決定される切削送りモード（G1）、早

送りモード（G0）等の加工状態で、どの状態の時に干渉チェックを、有効にするか、無効にするかを判別するためのフラグであり、数値制御工作機械の加工モードに応じて加工可能と加工不可を選択設定する。

【0087】干渉判定手段18は、たとえば、図8に示されている面データ群Aの面データ2と面データBの面データ1の交線判定を行ない、交線が存在し、結果、面データ群Aで表わす立方体と面データ群Bで表わす立方体が交差していると判定する場合に、面データ群Aの面データ2は加工不可能属性フラグを持ち、面データ群Bの面データ1も加工不可能属性フラグを持つから、実施の形態1における場合と同様に、加工不可能属性フラグを持つ面データ群どうしが交差状態にあると判定する。しかし、切削送りモード時のみ加工可能に設定すれば、干渉判定手段18は、工具とワークとの干渉判定において、加工モード判定用フラグを参照し、切削送りモードでは切削加工が行われるべく衝突判定を行わないが、早送りモードでは機械破損回避のために衝突判定を行う。

【0088】なお、このことは、加工可能属性フラグを持つ面データ群と加工不可能属性フラグを持つ面データ群とが交差状態にあると判定された場合や、加工可能属性フラグを持つ面データ群どうしが交差状態にあると判定された場合も同様であり、切削送りモードでは切削加工が行われるべく衝突判定を行わず、早送りモードでは機械破損回避のために衝突判定を行う。

【0089】これにより、切削中などの場合のみ加工可能と判定することで、結果、衝突状態でない優先的に判定することができ、逆に、早送り中などの場合には、衝突状態にある優先的に判定することができる。

【0090】また、図14に示されているような面データのデータ構造に代えて、図15に示されているように、面を構成する稜線のデータ構造に、加工不可能属性を表わすフラグ情報および加工モード判定用のフラグ、あるいは加工可能属性を表わすフラグ情報および加工モード判定用のフラグを持つことができる。

【0091】たとえば、図8に示されている面データ群Aの面データ2と面データ群Bの面データ1の交線計算により交差状態にあると判定される場合、面データ群Aの面データ2を構成する稜線データが加工不可能属性を持ち、面データ群Bの面データ1を構成する稜線データが加工不可能属性を持つと、加工不可能属性フラグを持つ面データ群どうしが交差状態にあると判定できるが、この時の加工モードを加工モード判定用フラグより判別し、切削中などの場合のみ加工可能と判定することで、結果、衝突状態でない優先的に判定することができる。逆に、早送り中などの場合には衝突状態にある優先的に判定することができる。

【0092】また、図16に示されているように、面の稜線を構成する頂点のデータ構造に、加工不可能属性を表わすフラグ情報および加工モード判定用のフラグ、あ

るいは加工可能属性を表わすフラグ情報および加工モード判定用のフラグを持つことができる。

【0093】たとえば、図8に示されている面データ群Aの面データ2と面データ群Bの面データ1の交線計算により交差状態にあると判定される場合、面データ群Aの面データ2の稜線を構成する頂点のデータ構造に加工不可能属性と加工モード判定フラグを持ち、面データ群Bの面データ1の稜線を構成する頂点のデータが加工不可能属性と加工モード判定フラグを持つと、加工不可能属性フラグを持つ面データ群どうしが交差状態にあると判定できるが、この時の加工モードを加工モード判定用フラグより判別し、切削中などの場合のみ加工可能と判定することで、結果、優先的に衝突状態でないと優先的に判定することができ、逆に、早送り中などの場合には優先的に衝突状態にあると優先的に判定することができる。

【0094】そこで、実施の形態1と同様に、図7に示されている工具を表わす面データ群50、チャック本体部を表わす面データ群51、チャック爪を表わす面データ群52、ワークを表わす面データ群53、テールストックを表わす面データ群54の各データに対して、それぞれ、工具の面データ全てに対しては加工可能属性を表わすフラグを付加し、ワークの面データ全てに対しては、加工可能属性を表わすフラグを付加する。また、チャック本体部、チャック爪、テールストックの各面データ全てに対しては、加工不可能属性を表わすフラグを付加する。さらに、それぞれの加工不可能属性フラグ・加工可能属性フラグに加工モード判定フラグを付加する。

【0095】つぎに、図7に示されている構成を例として、この実施の形態における干渉検出処理を図17のフローチャートを参照して説明する。まず、機械情報格納手段15から工具、チャック本体部、チャック爪、テールストックのデータを受け取り、工具、チャック本体、チャック爪、テールストックの各面データを持つ三次元空間データを定義し、加工プログラム格納手段12からワークのデータを受け取り、ワークの面データを持つ三次元空間データを定義する（ステップS41）。

【0096】つぎに、工具の各面データおよびワークの各面データに対しては加工可能属性フラグと加工モード判定フラグを付加し（ステップS42）、チャック本体部、チャック爪、テールストックデータの各面データに対しては加工不可能属性フラグと加工モード判定フラグを付加する（ステップS43）。

【0097】つぎに、解析手段14より工具の移動指令Fdtを受け取ると、移動指令Fdtにより工具データを移動させ（ステップS44）、干渉判定手段18によって工具データとワークデータとの干渉を判定する（ステップS45）。

【0098】このとき、工具データとワークデータとの干渉が検出されれば、加工プログラム格納手段12に格

納されている加工プログラムを解析手段14によって解析し、現在の加工モードを判定する（ステップS46）。

【0099】加工モードが切削モードと判定された場合には、ワークは加工可能と判断し、形状処理手段19によりワークの三次元データから工具の移動軌跡領域との干渉部分を除去する（ステップS47）。

【0100】これに対し、加工モードが早送りモードであれば、工具の各面データに対しては加工可能属性フラグが付加され、ワークの各面データに対しても加工可能属性フラグが付加されていても、衝突と判定し、表示手段16にアラーム表示指令を送り、表示手段16にアラームを表示する（ステップS48）。また工具データの移動を、衝突が検出された直前の位置で停止させる（ステップS49）。この時、シミュレーションと同時に実加工を行なっている場合は、モータ制御インターフェース13を経由してモータ制御手段60に対して工具の移動指令停止指令を出し、工具の移動を停止する。

【0101】なお、図17のステップS50～ステップS53は、図13のステップS36～ステップS40と同じであるから、その説明は省略する。

【0102】また、解析手段14より工具の移動指令Fdtを受け取り、移動指令Fdtにより工具データを移動させる時に、工具を移動させる加工モードとして切削モード・早送りモードも同時に出力され、この出力された加工モードと図15に示されているデータ構造における加工モード判定用フラグが一致する面データ、ここでは、加工不可と設定された面データには、形状表示処理手段17により他のものと判別できる色データを、すなわち、他の面データの色とは異なった色データを付加する。

【0103】これにより、加工不可と設定された面データは他の面データの色とは異なった色をもって表示手段16に画面表示され、作業者は、現在どの面が衝突検知を行っているかを色彩的に判別できる。

【0104】なお、図15に示されているデータ構造における加工モード判定用フラグを使用すれば、稜線単位で色分けを行うことができ、図16に示されているデータ構造における加工モード判定用フラグを使用すれば、頂点単位で色分けを行うことができる。

【0105】また、解析手段14より工具の移動指令Fdtを受け取り、移動指令Fdtにより工具データを移動させる時に、工具を移動させる加工モードとして切削モード・早送りモードも同時に出力され、この出力された加工モードと図15に示されているデータ構造における加工モード判定用フラグが一致する面データ、ここでは、加工不可と設定された面データのみを抜粋して形状表示させる処理を形状表示処理手段17により行い、一致する面データの形状のみを抜粋して表示手段16で画面に表示させることができる。これにより作業者は、現



在の工具の位置と衝突判定を行う面との位置関係を視覚的に明確に把握できる。

【0106】なお、図15に示されているデータ構造における加工モード判定用フラグを使用すれば、稜線単位で表示を行うことができ、図16に示されているデータ構造における加工モード判定用フラグを使用すれば、頂点単位で抜粋表示を行うことができる。

【0107】実施の形態3. 実施の形態3の数値制御装置のハードウェア構成は実施の形態1のものと同一であるので、その説明は省略する。

【0108】この実施の形態では、図18に示されているように、各面データに、加工不可能属性（加工不可属性）を表わすフラグ情報あるいは加工可能（加工許可）属性を表わすフラグ情報に加えて加工プログラム指令用フラグが付加されている。加工プログラム指令用フラグは、加工プログラム上でユーザ設定できる干涉チェックの有効、無効を設定するフラグであり、加工プログラムに記述された加工可能指令と加工不可指令とを区別する。換言すれば、加工プログラム指令用フラグは、加工プログラムに記述された加工可能指令、加工不可指令によってフラグ情報を変化し、加工プログラムによる指令に応じて加工可能と加工不可を選択設定する。

【0109】干涉判定手段18は、たとえば、図8に示されている面データ群Aの面データ2と面データ群Bの面データ1の交線判定を行ない、交線が存在し、結果、面データ群Aで表わす立方体と面データ群Bで表わす立方体が交差していると判定する場合に、面データ群Aの面データ2は加工不可能属性フラグを持ち、面データ群Bの面データ1も加工不可能属性フラグを持つから、この場合には、加工不可能属性フラグを持つ面データ群どうしが交差状態にあると判定できる。しかし、この時、干涉判定手段18は、加工プログラムより加工可能指令が出ていれば、衝突状態でない優先的に判断し、逆に加工プログラムより加工不可指令が出ていれば、衝突状態と優先的に判断する。

【0110】なお、このことは、加工可能属性フラグを持つ面データ群と加工不可能属性フラグを持つ面データ群とが交差状態にあると判定された場合や、加工可能属性フラグを持つ面データ群どうしが交差状態にあると判定された場合も同様であり、加工プログラムより加工可能指令が出ていれば、衝突状態でない優先的に判断し、逆に加工プログラムより加工不可指令が出ていれば、衝突状態と優先的に判断する。

【0111】これにより、加工プログラム上の指示で、特定の条件に依らずに干涉チェックの有効、無効を自由に優先的に設定できる。

【0112】また、図18に示されているような面データのデータ構造に代えて、図19に示しているように、面を構成する稜線のデータ構造に、加工不可能属性を表わすフラグ情報および加工プログラム指令用フラグ、あ

るいは加工可能属性を表わすフラグ情報および加工プログラム指令用フラグを持つことができる。

【0113】たとえば、図8に示されている面データ群Aの面データ2と面データ群Bの面データ1の交線計算により交差状態にあると判定される場合、面データ群Aの面データ2を構成する稜線データが加工不可能属性を持ち、面データ群Bの面データ1を構成する稜線データが加工不可能属性を持つと、加工不可能属性フラグを持つ面データ群どうしが交差状態にあると判定できるが、この時の加工プログラムより加工可能指令が出ていれば衝突状態でない優先的に判断し、逆に加工プログラムより加工不可指令が出ていれば衝突状態と優先的に判断する。

【0114】また、図19に示されているように、面の稜線を構成する頂点のデータ構造に、加工不可能属性を表わすフラグ情報および加工プログラム指令用フラグ、あるいは加工可能属性を表わすフラグ情報および加工プログラム指令用フラグを持つことができる。

【0115】たとえば、図8に示されている面データ群Aの面データ2と面データ群Bの面データ1の交線計算により交差状態にあると判定される場合、面データ群Aの面データ2の稜線を構成する頂点のデータ構造に加工不可能属性と加工プログラム指令用フラグを持ち、面データ群Bの面データ1の稜線を構成する頂点のデータが加工不可能属性とプログラム指令用フラグを持つと、加工不可能属性フラグを持つ面データ群どうしが交差状態にあると判定できるが、この時の加工プログラムより加工可能指令が出ていれば、衝突状態でない優先的に判断し、逆に加工プログラムより加工不可指令が出ていれば、衝突状態と優先的に判断する。

【0116】そこで、実施の形態1と同様に、図7に示されている工具を表わす面データ群50、チャック本体部を表わす面データ群51、チャック爪を表わす面データ群52、ワークを表わす面データ群53、テールストックを表わす面データ群54の各データに対して、それぞれ、工具の面データ全てに対しては加工可能属性を表わすフラグを付加し、ワークの面データ全てに対しては、加工可能属性を表わすフラグを付加する。また、チャック本体部、チャック爪、テールストックの各面データ全てに対しては、加工不可能属性を表わすフラグを付加する。さらに、それぞれの加工不可能属性フラグ・加工可能属性フラグに加工モード判定フラグを付加する。

【0117】つぎに、図7に示されている構成を例として、この実施の形態における干涉検出処理を図21のフローチャートを参照して説明する。まず、機械情報格納手段15から工具、チャック本体部、チャック爪、テールストックのデータを受け取り、工具、チャック本体、チャック爪、テールストックの各面データを持つ三次元空間データを定義し、加工プログラム格納手段12からワークのデータを受け取り、ワークの面データを持つ三

次元空間データを定義する（ステップS61）。

【0118】つぎに、工具の各面データおよびワークの各面データに対しては加工可能属性フラグと加工プログラム指令用フラグを付加し（ステップS62）、チャック本体部、チャック爪、テールストックデータの各面データに対しては加工不可能属性フラグと加工プログラム指令用フラグを付加する（ステップS63）。

【0119】つぎに、解析手段14より工具の移動指令Fdtを受け取ると、移動指令Fdtにより工具データを移動させ（ステップS64）、干渉判定手段18によ

って工具データとワークデータとの干渉を判定する（ステップS65）。

【0120】このとき、工具データとワークデータとの干渉が検出されれば、加工プログラム格納手段12に格納されている加工プログラムを解析手段14によって解析し、加工プログラムは加工不可と指示しているか判断する（ステップS66）。

【0121】加工プログラムが加工不可の指示でなく、加工可能の指示を出ていれば、ワークは加工可能と判断し、形状処理手段19によりワークの三次元データから工具の移動軌跡領域との干渉部分を除去する（ステップS67）。

【0122】これに対し、加工プログラムが加工不可を指示を出していれば、工具の各面データに対しては加工可能属性フラグが付加され、ワークの各面データに対しても加工可能属性フラグが付加されていても、衝突と判定し、表示手段16にアラーム表示指令を送り、表示手段16にアラームを表示する（ステップS68）。また工具データの移動を、衝突が検出された直前の位置で停止させる（ステップS69）。この時、シミュレーションと同時に実加工を行なっている場合は、モータ制御インターフェース13を経由してモータ制御手段60に対して工具の移動指令停止指令を出し、工具の移動を停止する。

【0123】つぎに、工具データとチャック本体、チャック爪、テールストックの各データとの干渉を判定する（ステップS70）。

【0124】工具データとチャック本体、チャック爪、テールストックの各データとの干渉が検出されれば、加工プログラム格納手段12に格納されている加工プログラムを解析手段14によって解析し、加工プログラムは加工不可と指示しているか判断する（ステップS71）。

【0125】加工プログラムが加工不可の指示でなく、加工可能の指示を出ていれば、ワークは加工可能と判断し、たとえば、チャック爪のデータに加工不可能属性フラグが付加されていても、衝突と判定せず、形状処理手段19により、たとえば、チャック爪の三次元データから工具の移動軌跡領域との干渉部分を除去する（ステップS72）。これにより、通常は加工対象にならないチ

ャック爪も加工することができる。

【0126】これに対し、加工プログラムが加工不可を指示を出していれば、衝突と判定し、表示手段16にアラーム表示指令を送り、表示手段16にアラームを表示する（ステップS73）。また工具データの移動を、衝突が検出された直前の位置で停止させる（ステップS74）。この時、シミュレーションと同時に実加工を行なっている場合は、モータ制御インターフェース13を経由してモータ制御手段60に対して工具の移動指令停止指令を出し、工具の移動を停止する。

【0127】最後に、つぎの工具移動指令があるか否かをチェックし（ステップS75）、ステップS64～ステップS74を工具移動指令がなくなるまで実行する。

【0128】また、加工プログラム格納手段12に登録された加工プログラムを解析手段14で解析し、加工プログラムは加工不可と指示していると判断した場合、加工プログラム指令用フラグを有効にし、図18に示されているデータ構造の加工プログラム指令用フラグが有効な面データには、ここでは、加工不可と設定された面データには、形状表示処理手段17により他のものと判別できる色データを、すなわち、他の面データの色とは異なった色データを付加する。

【0129】これにより、加工不可と設定された面データは他の面データの色とは異なった色をもって表示手段16に画面表示され、作業者は、現在どの面が衝突検知を行っているかを色彩的に判別できる。

【0130】なお、図19に示されているデータ構造の加工プログラム指令用フラグを使用すれば、稜線単位で色分けを行うことができ、図20に示されているデータ構造の加工プログラム指令用フラグを使用すれば、頂点単位で色分けを行うことができる。

【0131】また、加工プログラム格納手段12に登録された加工プログラムを解析手段14で解析し、加工プログラムは加工不可と指示していると判断した場合、加工プログラム指令用フラグを有効にし、図18に示されているデータ構造の加工プログラム指令用フラグが有効な面データは、ここでは、加工不可と設定された面データのみを抜粋して形状表示させる処理を形状表示処理手段17により行い、一致する面データの形状のみを抜粋して表示手段16で画面に表示させることができる。これにより作業者は、現在の工具の位置と衝突判定を行う面との位置関係を視覚的に明確に把握できる。

【0132】なお、図19に示されているデータ構造の加工プログラム指令用フラグを使用すれば、稜線単位で表示を行うことができ、図20に示されているデータ構造の加工プログラム指令用フラグを使用すれば、頂点単位で表示を行うことができる。

【0133】実施の形態4。実施の形態4の数値制御装置のハードウェア構成は実施の形態1のものと同一であるので、その説明は省略する。

【0134】この実施の形態では、図22に示されているように、各面データに、加工不可能（加工不可）属性を表わすフラグ情報あるいは加工可能（加工許可）属性を表わすフラグ情報に加えて画面設定用フラグが付加されている。画面設定用フラグは、干渉チェックを、有効にするか、無効にするかを判別するためのフラグパラメータ等の画面上から設定されるフラグである。換言すれば、画面設定用フラグは、機械情報格納手段15に格納される画面設定情報より加工可能指令と加工不可指令を設定するものであり、表示手段16の画面からの設定により加工可能と加工不可を選択設定する。画面設定用フラグは入力手段20により設定することができる。

【0135】干渉判定手段18は、たとえば、図8に示されている面データ群Aの面データ2と面データ群Bの面データ1の交線判定を行ない、交線が存在し、結果、面データ群Aで表わす立方体と面データ群Bで表わす立方体が交差していると判定する場合に、面データ群Aの面データ2は加工不可能属性フラグを持ち、面データ群Bの面データ1も加工不可能属性フラグを持つから、加工不可能属性フラグを持つ面データ群どうしが交差状態にあると判定できる。しかし、機械情報格納手段15に格納された画面設定情報より加工可能指令が出ていれば、干渉判定手段18は、衝突状態でないとは判断し、逆に機械情報格納手段15に格納された画面設定情報より加工不可指令が出ていれば、衝突状態と判断する。

【0136】なお、このことは、加工可能属性フラグを持つ面データ群と加工不可能属性フラグを持つ面データ群とが交差状態にあると判定された場合や、加工可能属性フラグを持つ面データ群どうしが交差状態にあると判定された場合も同様であり、画面設定情報より加工可能指令が出ていれば、衝突状態でないとは優先的に判断し、逆に画面設定情報より加工不可指令が出ていれば、衝突状態と優先的に判断する。

【0137】これにより、画面設定情報の指示で、特定の条件に依らずに干渉チェックの有効、無効を自由に優先的に設定できる。

【0138】また、図22に示されているような面データのデータ構造に代えて、図23に示しているように、面を構成する稜線のデータ構造に、加工不可能属性を表わすフラグ情報および画面設定用フラグ、あるいは加工可能属性を表わすフラグ情報および画面設定用フラグを持つことができる。

【0139】たとえば、図8に示されている面データ群Aの面データ2と面データ群Bの面データ1の交線計算により交差状態にあると判定される場合、面データ群Aの面データ2を構成する稜線データが加工不可能属性を持ち、面データ群Bの面データ1を構成する稜線データが加工不可能属性を持つと、加工不可能属性フラグを持つ面データ群どうしが交差状態にあると判定できるが、この時の加工プログラムより加工可能指令が出ていれば

衝突状態でないとは優先的に判断し、逆に加工プログラムより加工不可指令が出ていれば衝突状態と優先的に判断する。

【0140】また、図24に示されているように、面の稜線を構成する頂点のデータ構造に、加工不可能属性を表わすフラグ情報および画面設定用フラグ、あるいは加工可能属性を表わすフラグ情報および画面設定用フラグを持つことができる。

【0141】たとえば、図8に示されている面データ群Aの面データ2と面データ群Bの面データ1の交線計算により交差状態にあると判定される場合、面データ群Aの面データ2の稜線を構成する頂点のデータ構造に加工不可能属性と画面設定用フラグを持ち、面データ群Bの面データ1の稜線を構成する頂点のデータが加工不可能属性とプログラム指令用フラグを持つと、加工不可能属性フラグを持つ面データ群どうしが交差状態にあると判定できるが、この時の画面設定情報より加工可能指令が出ていれば、衝突状態でないとは優先的に判断し、逆に画面設定情報より加工不可指令が出ていれば、衝突状態と優先的に判断する。

【0142】そこで、実施の形態1と同様に、図7に示されている工具を表わす面データ群50、チャック本体部を表わす面データ群51、チャック爪を表わす面データ群52、ワークを表わす面データ群53、テールストックを表わす面データ群54の各データに対して、それぞれ、工具の面データ全てに対しては加工可能属性を表わすフラグを付加し、ワークの面データ全てに対しては、加工可能属性を表わすフラグを付加する。また、チャック本体部、チャック爪、テールストックの各面データ全てに対しては、加工不可能属性を表わすフラグを付加する。さらに、それぞれの加工不可能属性フラグ・加工可能属性フラグに加工モード判定フラグを付加する。

【0143】つぎに、図7に示されている構成を例として、この実施の形態における干渉検出処理を図25のフローチャートを参照して説明する。まず、機械情報格納手段15から工具、チャック本体部、チャック爪、テールストックのデータを受け取り、工具、チャック本体、チャック爪、テールストックの各面データを持つ三次元空間データを定義し、加工プログラム格納手段12からワークのデータを受け取り、ワークの面データを持つ三次元空間データを定義する（ステップS81）。

【0144】つぎに、工具の各面データおよびワークの各面データに対しては加工可能属性フラグと画面設定用フラグを付加し（ステップS82）、チャック本体部、チャック爪、テールストックデータの各面データに対しては加工不可能属性フラグと画面設定用フラグを付加する（ステップS83）。

【0145】つぎに、解析手段14より工具の移動指令Fdtを受け取ると、移動指令Fdtにより工具データを移動させ（ステップS84）、干渉判定手段18によ

って工具データとワークデータとの干渉を判定する（ステップS85）。

【0146】このとき、工具データとワークデータとの干渉が検出されれば、画面設定用フラグは加工不可と指示しているか判断する（ステップS86）。

【0147】画面設定用フラグが加工不可の指示でなく、加工可能の指示を出ていれば、ワークは加工可能と判断し、形状処理手段19によりワークの三次元データから工具の移動軌跡領域との干渉部分を除去する（ステップS87）。

【0148】これに対し、画面設定用フラグが加工不可を指示を出してあれば、工具の各面データに対しては加工可能属性フラグが付加され、ワークの各面データに対しても加工可能属性フラグが付加されていても、衝突と判定し、表示手段16にアラーム表示指令を送り、表示手段16にアラームを表示する（ステップS88）。また工具データの移動を、衝突が検出された直前の位置で停止させる（ステップS89）。この時、シミュレーションと同時に実加工を行なっている場合は、モータ制御インターフェース13を経由してモータ制御手段60に対して工具の移動指令停止指令を出し、工具の移動を停止する。

【0149】つぎに、工具データとチャック本体、チャック爪、テールストックの各データとの干渉を判定する（ステップS90）。

【0150】工具データとチャック本体、チャック爪、テールストックの各データとの干渉が検出されれば、画面設定用フラグは加工不可と指示しているか判断する（ステップS91）。

【0151】画面設定用フラグが加工不可の指示でなく、加工可能の指示を出ていれば、ワークは加工可能と判断し、たとえば、チャック爪のデータに加工不可能属性フラグが付加されていても、衝突と判定せず、形状処理手段19により、たとえば、チャック爪の三次元データから工具の移動軌跡領域との干渉部分を除去する（ステップS92）。これにより、通常は加工対象にならないチャック爪も加工することができる。

【0152】これに対し、画面設定用フラグが加工不可を指示を出してあれば、衝突と判定し、表示手段16にアラーム表示指令を送り、表示手段16にアラームを表示する（ステップS93）。また工具データの移動を、衝突が検出された直前の位置で停止させる（ステップS94）。この時、シミュレーションと同時に実加工を行なっている場合は、モータ制御インターフェース13を経由してモータ制御手段60に対して工具の移動指令停止指令を出し、工具の移動を停止する。

【0153】最後に、つぎの工具移動指令があるか否かをチェックし（ステップS95）、ステップS84へステップS94を工具移動指令がなくなるまで実行する。

【0154】また、機械情報格納手段15に格納された

画面設定情報が加工不可と指示していると判断した場合、画面設定用フラグを有効にし、図22に示されているデータ構造の画面設定用フラグが有効な面データには、ここでは、加工不可と設定された面データには、形状表示処理手段17により他のものと判別できる色データを、すなわち、他の面データの色とは異なった色データを付加する。

【0155】これにより、加工不可と設定された面データは他の面データの色とは異なった色をもって表示手段16に画面表示され、作業者は、現在どの面が衝突検知を行っているかを色彩的に判別できる。

【0156】なお、図23に示されているデータ構造の画面設定用フラグを使用すれば、稜線単位で色分けを行うことができ、図24に示されているデータ構造の画面設定用フラグを使用すれば、頂点単位で色分けを行うことができる。

【0157】また、機械情報格納手段15に格納された画面設定情報が加工不可と指示していると判断した場合、画面設定用フラグを有効にし、図22に示されているデータ構造の画面設定用フラグが有効な面データ、ここでは、加工不可と設定された面データのみを抜粋して形状表示させる処理を形状表示処理手段17により行い、一致する面データの形状のみを抜粋して表示手段16で画面に表示させることができる。これにより作業者は、現在の工具の位置と衝突判定を行う面との位置関係を視覚的に明確に把握できる。

【0158】なお、図23に示されているデータ構造の画面設定用フラグを使用すれば、稜線単位で表示を行うことができ、図24に示されているデータ構造の画面設定用フラグを使用すれば、頂点単位で表示を行うことができる。

【0159】実施の形態5. 図26はこの発明による数値制御装置の実施の形態5を示している。なお、図26において、図1に対応する部分は、図1に付した符号と同一の符号を付けて、その説明を省略する。

【0160】数値制御装置（制御ユニット）は、メインCPU10、演算素子11、加工プログラム格納手段12と、モータ制御インターフェース13、解析手段14、機械情報格納手段15、表示手段16、形状表示処理手段17、干渉判定手段18、形状処理手段19、入力手段20以外に、プログラマブルロジックコントローラ（PLC）91を有している。

【0161】プログラマブルロジックコントローラ91は、ユーザ設定のシーケンスプログラム（ラダープログラム）を実行するものであり、プログラマブルロジックコントローラ91には機械入出力インターフェース92が接続され、機械入出力インターフェース92にはリミットスイッチ、リレースイッチ等の強電回路93が接続されている。

【0162】この実施の形態では、図27に示されてい

るように、各面データに、加工不可能属性（加工不可属性）を表わすフラグ情報あるいは加工可能（加工許可）属性を表わすフラグ情報に加えてプログラマブルロジックコントローラ指令用フラグ（以下、PLC指令用フラグと略称する）が付加されている。PLC指令用フラグは、干渉チェックを、有効にするか、無効にするかを判別するためにプログラマブルロジックコントローラ91よりの指令により設定されるフラグである。換言すれば、PLC指令用フラグは、プログラマブルロジックコントローラ91よりの指令により加工可能と加工不可を設定するものであり、プログラマブルロジックコントローラ91は強電回路93の状況を判断して加工可能指令あるいは加工不可指令を出す。

【0163】干渉判定手段18は、たとえば、図8に示されている面データ群Aの面データ2と面データ群Bの面データ1の交線判定を行ない、交線が存在し、結果、面データ群Aで表わす立方体と面データ群Bで表わす立方体が交差していると判定する場合に、面データ群Aの面データ2は加工不可能属性フラグを持ち、面データ群Bの面データ1も加工不可能属性フラグを持つから、加工不可能属性フラグを持つ面データ群どうしが交差状態にあると判定できる。しかし、プログラマブルロジックコントローラ91より加工可能指令が出ていれば、干渉判定手段18は、衝突状態でないと判断し、逆にプログラマブルロジックコントローラ91より加工不可指令が出ていれば、衝突状態と判断する。

【0164】なお、このことは、加工可能属性フラグを持つ面データ群と加工不可能属性フラグを持つ面データ群とが交差状態にあると判定された場合や、加工可能属性フラグを持つ面データ群どうしが交差状態にあると判定された場合も同様であり、プログラマブルロジックコントローラ91より加工可能指令が出ていれば、衝突状態でないと優先的に判断し、逆にプログラマブルロジックコントローラ91より加工不可指令が出ていれば、衝突状態と優先的に判断する。

【0165】これにより、プログラマブルロジックコントローラ91の指令で、特定の条件に依らずに干渉チェックの有効、無効を自由に優先的に設定できる。

【0166】また、図27に示されているような面データのデータ構造に代えて、図28に示しているように、面を構成する稜線のデータ構造に、加工不可能属性を表わすフラグ情報およびPLC指令用フラグ、あるいは加工可能属性を表わすフラグ情報およびPLC指令用フラグを持つことができる。

【0167】たとえば、図8に示されている面データ群Aの面データ2と面データ群Bの面データ1の交線計算により交差状態にあると判定される場合、面データ群Aの面データ2を構成する稜線データが加工不可能属性を持ち、面データ群Bの面データ1を構成する稜線データが加工不可能属性を持つと、加工不可能属性フラグを持

つ面データ群どうしが交差状態にあると判定できるが、この時の加工プログラムより加工可能指令が出ていれば衝突状態でないと優先的に判断し、逆に加工プログラムより加工不可指令が出ていれば衝突状態と優先的に判断する。

【0168】また、図29に示されているように、面の稜線を構成する頂点のデータ構造に、加工不可能属性を表わすフラグ情報およびPLC指令用フラグ、あるいは加工可能属性を表わすフラグ情報およびPLC指令用フラグを持つことができる。

【0169】たとえば、図8に示されている面データ群Aの面データ2と面データ群Bの面データ1の交線計算により交差状態にあると判定される場合、面データ群Aの面データ2の稜線を構成する頂点のデータ構造に加工不可能属性とPLC指令用フラグを持ち、面データ群Bの面データ1の稜線を構成する頂点のデータが加工不可能属性とプログラム指令用フラグを持つと、加工不可能属性フラグを持つ面データ群どうしが交差状態にあると判定できるが、この時のプログラマブルロジックコントローラ91より加工可能指令が出ていれば、衝突状態でないと優先的に判断し、逆にプログラマブルロジックコントローラ91より加工不可指令が出ていれば、衝突状態と優先的に判断する。

【0170】そこで、実施の形態1と同様に、図7に示されている工具を表わす面データ群50、チャック本体部を表わす面データ群51、チャック爪を表わす面データ群52、ワークを表わす面データ群53、テールストックを表わす面データ群54の各データに対して、それぞれ、工具の面データ全てに対しては加工可能属性を表わすフラグを付加し、ワークの面データ全てに対しては、加工可能属性を表わすフラグを付加する。また、チャック本体部、チャック爪、テールストックの各面データ全てに対しては、加工不可能属性を表わすフラグを付加する。さらに、それぞれの加工不可能属性フラグ・加工可能属性フラグに加工モード判定フラグを付加する。

【0171】つぎに、図7に示されている構成を例として、この実施の形態における干渉検出処理を図30のフローチャートを参照して説明する。まず、機械情報格納手段15から工具、チャック本体部、チャック爪、テールストックのデータを受け取り、工具、チャック本体、チャック爪、テールストックの各面データを持つ三次元空間データを定義し、加工プログラム格納手段12からワークのデータを受け取り、ワークの面データを持つ三次元空間データを定義する（ステップS101）。

【0172】つぎに、工具の各面データおよびワークの各面データに対しては加工可能属性フラグとPLC指令用フラグを付加し（ステップS102）、チャック本体部、チャック爪、テールストックデータの各面データに対しては加工不可能属性フラグとPLC指令用フラグを付加する（ステップS103）。

【0173】つぎに、解析手段14より工具の移動指令Fdtを受け取ると、移動指令Fdtにより工具データを移動させ（ステップS104）、干渉判定手段18によって工具データとワークデータとの干渉を判定する（ステップS105）。

【0174】工具データとワークデータには共に加工許可属性フラグが付けられているから、ワークは加工可能と判断し、形状処理手段19によりワークの三次元データから工具の移動軌跡領域との干渉部分を除去する（ステップS106）。

【0175】つぎに、工具データとチャック本体、チャック爪、テールストックの各データとの干渉を判定する（ステップS107）。

【0176】工具データとチャック本体、チャック爪、テールストックの各データとの干渉が検出されれば、プログラマブルロジックコントローラ91が機械入出力インターフェース92を経由して強電回路93の状況を判断し、PLC指令用フラグが加工不可と指示しているか判断する（ステップS108）。

【0177】PLC指令用フラグが加工不可の指示でなく、加工可能の指示を出ていれば、ワークは加工可能と判断し、たとえば、チャック爪のデータに加工不可能属性フラグが付加されていても、衝突と判定せず、形状処理手段19により、たとえば、チャック爪の三次元データから工具の移動軌跡領域との干渉部分を除去する（ステップS109）。これにより、通常は加工対象にならないチャック爪も加工することができる。

【0178】これに対し、PLC指令用フラグが加工不可を指示を出していれば、衝突と判定し、表示手段16にアラーム表示指令を送り、表示手段16にアラームを表示する（ステップS110）。また工具データの移動を、衝突が検出された直前の位置で停止させる（ステップS111）。この時、シミュレーションと同時に実加工を行なっている場合は、モータ制御インターフェース13を経由してモータ制御手段60に対して工具の移動指令停止指令を出し、工具の移動を停止する。

【0179】最後に、つぎの工具移動指令があるか否かをチェックし（ステップS112）、ステップS104～ステップS111を工具移動指令がなくなるまで実行する。

【0180】また、プログラマブルロジックコントローラ91が機械入出力インターフェース92を経由して強電回路93の状況を判断し、加工不可と指示していると判断した場合、PLC指令用フラグを有効にし、図27に示されているデータ構造のPLC指令用フラグが有効な面データには、ここでは、加工不可と設定された面データには、形状表示処理手段17により他のものと判別できる色データを、すなわち、他の面データの色とは異なった色データを付加する。

【0181】これにより、加工不可と設定された面デー

タは他の面データの色とは異なった色をもって表示手段16に画面表示され、作業者は、現在どの面が衝突検知を行っているかを色彩的に判別できる。

【0182】なお、図28に示されているデータ構造のPLC指令用フラグを使用すれば、稜線単位で色分けを行うことができ、図29に示されているデータ構造のPLC指令用フラグを使用すれば、頂点単位で色分けを行うことができる。

【0183】また、プログラマブルロジックコントローラ91が機械入出力インターフェース92を経由して強電回路93の状況を判断し、加工不可と指示していると判断した場合、PLC指令用フラグを有効にし、図27に示されているデータ構造のPLC指令用フラグが有効な面データ、ここでは、加工不可と設定された面データのみを抜粋して形状表示させる処理を形状表示処理手段17により行い、一致する面データの形状のみを抜粋して表示手段16で画面に表示させることができる。これにより作業者は、現在の工具の位置と衝突判定を行う面との位置関係を視覚的に明確に把握できる。

【0184】なお、図28に示されているデータ構造のPLC指令用フラグを使用すれば、稜線単位で表示を行うことができ、図29に示されているデータ構造のPLC指令用フラグを使用すれば、頂点単位で表示を行うことができる。

【0185】

【発明の効果】以上の説明から理解される如く、この発明による数値制御工作機械における干渉検出方法によれば、数値制御工作機械の工具、ワーク、チャック本体部、チャック爪、テールストック等の各部を表現する三次元空間データの各構成要素に対して加工可能属性あるいは加工不可能属性を個別に付加し、三次元空間データを使用した干渉検出において、加工可能属性を付加されたものどうしの干渉時のみそれを許容し、それ以外の干渉時には回避すべき衝突と判定するから、加工できるもの（部分）、加工してはいけないもの（部分）をきめ細かく設定して高度な干渉検査を行うことができ、加工の前に、三次元的に工作機械に干渉が発生する虞れがあることを的確に検出し、工作機械の損傷発生を回避して生産性を向上することができる。

【0186】つぎの発明による数値制御工作機械における干渉検出方法によれば、三次元空間データの各構成要素に対して加工可能属性あるいは加工不可能属性を個別に付加することに加えて数値制御工作機械の加工モードの判定を行うフラグを付加し、数値制御工作機械の加工モードに応じて加工可能と加工不可を選択設定するから、加工モードにより加工可能な領域と加工不可の領域を切り替えることができ、作業者の操作ミス・設定ミス・プログラムミス等により発生する機械の衝突を回避できる。

【0187】つぎの発明による数値制御工作機械におけ



る干渉検出方法によれば、三次元空間データの各構成要素に対して加工可能属性あるいは加工不可能属性を個別に付加することに加えて数値制御工作機械の加工プログラムによる指令により加工可能と加工不可の判定を行うフラグを付加し、加工プログラムによる指令に応じて加工可能と加工不可を選択設定するから、加工プログラムにより加工可能な領域と加工不可の領域を貼り替えることができ、たとえば、通常は、チャック爪は、加工不可領域として定義しているが、場合によってはチャック爪を加工する時もあり、この場合には、加工プログラムにより加工可能領域と指示して対応することができる。

【0188】つぎの発明による数値制御工作機械における干渉検出方法によれば、三次元空間データの各構成要素に対して加工可能属性あるいは加工不可能属性を個別に付加することに加えて表示手段の画面からの設定により加工可能と加工不可の判定を行うフラグを付加し、表示手段の画面からの設定により加工可能と加工不可を選択設定するから、画面からの設定により加工可能な領域と加工不可の領域を切り替えることができ、例外的に個別対応したい加工不可能領域を設定できる。これにより、オプションなどによる機械仕様の変化に対応でき、その場合でも作業者のミス等による機械の衝突を防ぐことができる。

【0189】つぎの発明による数値制御工作機械における干渉検出方法によれば、三次元空間データの各構成要素に対して加工可能属性あるいは加工不可能属性を個別に付加することに加えてプログラマブルロジックコントローラよりの指令により加工可能と加工不可の判定を行うフラグを付加し、プログラマブルロジックコントローラよりの指令に応じて加工可能と加工不可を選択設定するから、プログラマブルロジックコントローラにより加工可能な領域と加工不可能な領域を切り替えることができ、プログラマブルロジックコントローラ側から、機械の段取り時等の手動モードの時など、機械の状況に合わせて加工不可能領域を設定でき、作業者のミス等による機械の衝突を防ぐことができる。

【0190】つぎの発明による数値制御工作機械における干渉検出方法によれば、加工モード、加工プログラムによる指令、表示手段の画面からの設定あるいはプログラマブルロジックコントローラよりの指令により、加工不可と設定された構成要素を他の構成要素の色とは異なった色で画面表示するから、動作チェック等を色彩的に簡単、且つ確実に行える。

【0191】つぎの発明による数値制御工作機械における干渉検出方法によれば、加工モード、加工プログラムによる指令、表示手段の画面からの設定あるいはプログラマブルロジックコントローラよりの指令により、加工不可と設定された構成要素のみを抜粋して画面表示するから、工具と加工領域の位置関係を簡単に把握でき、加工プログラム等の作成に役立てることができる。

【0192】つぎの発明による数値制御工作機械における干渉検出方法によれば、各面データに対して加工可能属性あるいは加工不可能属性を個別に付加し、三次元空間データを使用した干渉検出において、加工可能属性を付加されたものどうしの干渉時のみそれを許容し、それ以外の干渉時には回避すべき衝突と判定するから、加工できるもの（面）、加工してはいけないもの（面）をきめ細かく設定して高度な干渉検査を行うことができ、加工の前に、三次元的に工作機械に干渉が発生する虞れがあることを的確に検出し、工作機械の損傷発生を回避して生産性を向上することができる。

【0193】また、各線データに対して加工可能属性あるいは加工不可能属性を個別に付加し、三次元空間データを使用した干渉検出において、加工可能属性を付加されたものどうしの干渉時のみそれを許容し、それ以外の干渉時には回避すべき衝突と判定するから、加工できるもの（稜線）、加工してはいけないもの（稜線）をきめ細かく設定して高度な干渉検査を行うことができ、加工の前に、三次元的に工作機械に干渉が発生する虞れがあることを的確に検出し、工作機械の損傷発生を回避して生産性を向上することができる。

【0194】また、各点データに対して加工可能属性あるいは加工不可能属性を個別に付加し、三次元空間データを使用した干渉検出において、加工可能属性を付加されたものどうしの干渉時のみそれを許容し、それ以外の干渉時には回避すべき衝突と判定するから、加工できるもの（頂点）、加工してはいけないもの（頂点）をきめ細かく設定して高度な干渉検査を行うことができ、加工の前に、三次元的に工作機械に干渉が発生する虞れがあることを的確に検出し、工作機械の損傷発生を回避して生産性を向上することができる。

【0195】つぎの発明による数値制御工作機械における干渉検出方法によれば、工具と他のものとの干渉検出では、加工不可能属性を付加されたデータのみを取り出して干渉検出を行うから、効率のよい干渉検出が行われる。

【0196】つぎの発明による数値制御装置によれば、数値制御工作機械の工具、ワーク、チャック本体部、チャック爪、テールストック等の各部を三次元表現法による三次元空間データで表現したデータを使用した干渉検出において、三次元空間データの各構成要素に対して個別付加された加工可能属性あるいは加工不可能属性を参照し、加工可能属性を付加されたものどうしの干渉時のみそれを許容し、それ以外の干渉時には回避すべき衝突と判定するから、加工できるもの（部分）、加工してはいけないもの（部分）をきめ細かく設定して高度な干渉検査を行うことができ、加工の前に、三次元的に工作機械に干渉が発生する虞れがあることを的確に検出し、工作機械の損傷発生を回避して生産性を向上することができる。

【0197】つぎの発明による数値制御装置によれば、三次元空間データの各構成要素に対して加工可能属性あるいは加工不可能属性を個別に付加することに加えて数値制御工作機械の加工モードの判定を行うフラグを付加し、数値制御工作機械の加工モードに応じて加工可能と加工不可を選択設定するから、加工モードにより加工可能な領域と加工不可の領域を切り替えることができ、作業者の操作ミス・設定ミス・プログラムミス等により発生する機械の衝突を回避できる。

【0198】つぎの発明による数値制御装置によれば、三次元空間データの各構成要素に対して加工可能属性あるいは加工不可能属性を個別に付加することに加えて数値制御工作機械の加工プログラムによる指令により加工可能と加工不可の判定を行うフラグを付加し、加工プログラムによる指令に応じて加工可能と加工不可を選択設定するから、加工プログラムにより加工可能な領域と加工不可の領域を貼り替えることができ、たとえば、通常は、チャック爪は、加工不可領域として定義しているが、場合によってはチャック爪を加工する時もあり、この場合には、加工プログラムにより加工可能領域と指示して対応することができる。

【0199】つぎの発明による数値制御装置によれば、三次元空間データの各構成要素に対して加工可能属性あるいは加工不可能属性を個別に付加することに加えて表示手段の画面からの設定により加工可能と加工不可の判定を行うフラグを付加し、表示手段の画面からの設定により加工可能と加工不可を選択設定するから、画面からの設定により加工可能な領域と加工不可の領域を切り替えることができ、例外的に個別対応したい加工不可能領域を設定できる。これにより、オプションなどによる機械仕様の変化に対応でき、その場合でも作業者のミス等による機械の衝突を防ぐことができる。

【0200】つぎの発明による数値制御装置によれば、三次元空間データの各構成要素に対して加工可能属性あるいは加工不可能属性を個別に付加することに加えてプログラマブルロジックコントローラよりの指令により加工可能と加工不可の判定を行うフラグを付加し、プログラマブルロジックコントローラよりの指令に応じて加工可能と加工不可を選択設定するから、プログラマブルロジックコントローラにより加工可能な領域と加工不可能な領域を切り替えることができ、プログラマブルロジックコントローラ側から、機械の段取り時等の手動モードの時など、機械の状況に合わせて加工不可能領域を設定でき、作業者のミス等による機械の衝突を防ぐことができる。

【0201】つぎの発明による数値制御装置によれば、加工モード、加工プログラムによる指令、表示手段の画面からの設定あるいはプログラマブルロジックコントローラよりの指令により、加工不可と設定された構成要素を他の構成要素の色とは異なった色で画面表示するか

ら、動作チェック等を色彩的に簡単、且つ確実に行える。

【0202】つぎの発明による数値制御装置によれば、加工モード、加工プログラムによる指令、表示手段の画面からの設定あるいはプログラマブルロジックコントローラよりの指令により、加工不可と設定された構成要素のみを抜粋して画面表示するから、工具と加工領域の位置関係を簡単に把握でき、加工プログラム等の作成に役立てることができる。

10 【0203】つぎの発明による数値制御装置によれば、各面データに対して加工可能属性あるいは加工不可能属性が個別に付加され、三次元空間データを使用した干渉検出において、加工可能属性を付加されたもののどうしの干渉時のみそれを許容し、それ以外の干渉時には回避すべき衝突と判定するから、加工できるもの（面）、加工してはいけないもの（面）をきめ細かく設定して高度な干渉検査を行うことができ、加工の前に、三次元的に工作機械に干渉が発生する虞れがあることを的確に検出し、工作機械の損傷発生を回避して生産性を向上することができる。

20 【0204】また、各線データに対して加工可能属性あるいは加工不可能属性が個別に付加され、三次元空間データを使用した干渉検出において、加工可能属性を付加されたもののどうしの干渉時のみそれを許容し、それ以外の干渉時には回避すべき衝突と判定するから、加工できるもの（稜線）、加工してはいけないもの（稜線）をきめ細かく設定して高度な干渉検査を行うことができ、加工の前に、三次元的に工作機械に干渉が発生する虞れがあることを的確に検出し、工作機械の損傷発生を回避して生産性を向上することができる。

30 【0205】また、各点データに対して加工可能属性あるいは加工不可能属性が個別に付加され、三次元空間データを使用した干渉検出において、加工可能属性を付加されたもののどうしの干渉時のみそれを許容し、それ以外の干渉時には回避すべき衝突と判定するから、加工できるもの（頂点）、加工してはいけないもの（頂点）をきめ細かく設定して高度な干渉検査を行うことができ、加工の前に、三次元的に工作機械に干渉が発生する虞れがあることを的確に検出し、工作機械の損傷発生を回避して生産性を向上することができる。

40 【0206】つぎの発明による数値制御装置によれば、工具と他のものとの干渉検出では、加工不可能属性を付加されたデータのみを取り出して干渉検出を行うから、効率のよい干渉検出が行われる。

【0207】つぎの発明による数値制御装置によれば、加工可能属性または加工不可能属性を付加された複数のデータの中から、任意のデータを取り出して表示するから、ワークの加工シミュレーション等を行うこともできる。

50 【図面の簡単な説明】



【図 1】 この発明による数値制御装置の実施の形態 1 を示すブロック図である。

【図 2】 (a)、(b) は三次元空間データ取得処理を示すフローチャートである。

【図 3】 三次元空間データの取得要領を示す説明図である。

【図 4】 三次元空間データの取得要領を示す説明図である。

【図 5】 三次元空間データの取得要領を示す説明図である。

【図 6】 オクトツリー構造型データを示す構成図である。

【図 7】 NC 工作機械の干渉検出部分を示す三次元空間データによる表示例を示す図である。

【図 8】 (a)、(b) は干渉判定手段の処理例を示す説明図である。

【図 9】 面データ群のデータ構造を示す説明図である。

【図 10】 実施の形態 1 における面データのデータ構造のブロック例を示す説明図である。

【図 11】 実施の形態 1 における面データのデータ構造のブロック例を示す説明図である。

【図 12】 実施の形態 1 における面データのデータ構造のブロック例を示す説明図である。

【図 13】 この発明による数値制御工作機械における干渉検出方法の実施の形態 1 を示すフローチャートである。

【図 14】 実施の形態 2 における面データのデータ構造のブロック例を示す説明図である。

【図 15】 実施の形態 2 における面データのデータ構造のブロック例を示す説明図である。

【図 16】 実施の形態 2 における面データのデータ構造のブロック例を示す説明図である。

【図 17】 この発明による数値制御工作機械における干渉検出方法の実施の形態 2 を示すフローチャートである。

【図 18】 実施の形態 3 における面データのデータ構造のブロック例を示す説明図である。

【図 19】 実施の形態 3 における面データのデータ構造のブロック例を示す説明図である。

【図 20】 実施の形態 3 における面データのデータ構造のブロック例を示す説明図である。

【図 21】 この発明による数値制御工作機械における干渉検出方法の実施の形態 3 を示すフローチャートである。

【図 22】 実施の形態 4 における面データのデータ構造のブロック例を示す説明図である。

【図 23】 実施の形態 4 における面データのデータ構造のブロック例を示す説明図である。

【図 24】 実施の形態 4 における面データのデータ構造のブロック例を示す説明図である。

10 【図 25】 この発明による数値制御工作機械における干渉検出方法の実施の形態 4 を示すフローチャートである。

【図 26】 この発明による数値制御装置の実施の形態 5 を示すブロック図である。

【図 27】 実施の形態 5 における面データのデータ構造のブロック例を示す説明図である。

【図 28】 実施の形態 5 における面データのデータ構造のブロック例を示す説明図である。

20 【図 29】 実施の形態 5 における面データのデータ構造のブロック例を示す説明図である。

【図 30】 この発明による数値制御工作機械における干渉検出方法の実施の形態 5 を示すフローチャートである。

【図 31】 従来における数値制御装置の一例を示すブロック図である。

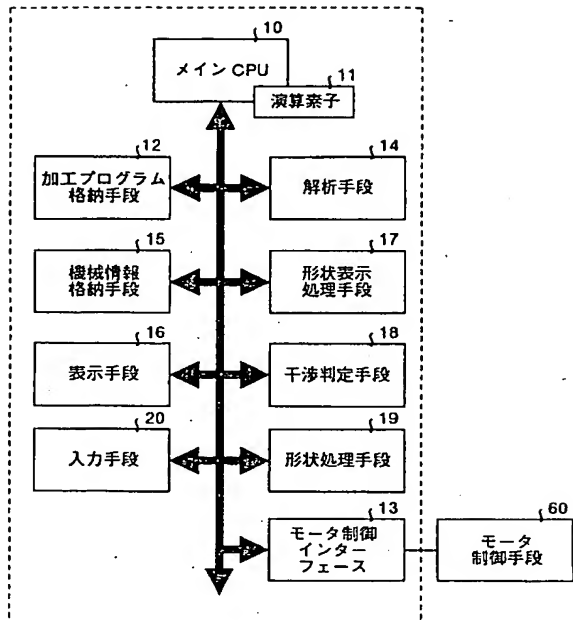
【図 32】 従来の数値制御装置における干渉チェック例を示す説明図である。

【図 33】 従来の数値制御装置における干渉チェックフローを示すフローチャートである。

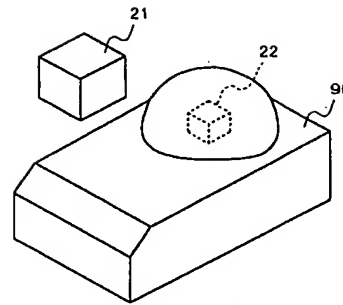
30 【符号の説明】

10 メイン CPU、11 演算素子、12 加工プログラム格納手段、13 モータ制御インターフェース、14 解析手段、15 機械情報格納手段、16 表示手段、17 形状表示処理手段、18 干渉判定手段、19 形状処理手段、20 入力手段、91 プログラマブルロジックコントローラ、92 機械入出力インターフェース、93 強電回路、50 工具を表わす面データ群、51 チャック本体部を表わす面データ群、52 チャック爪を表わす面データ群、53 ワークを表わす面データ群、54 テールストックを表わす面データ群、60 モータ制御手段。

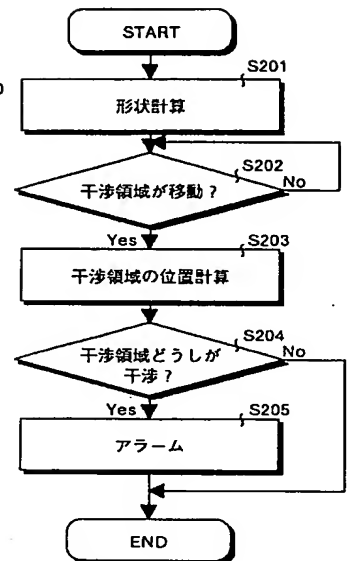
【図1】



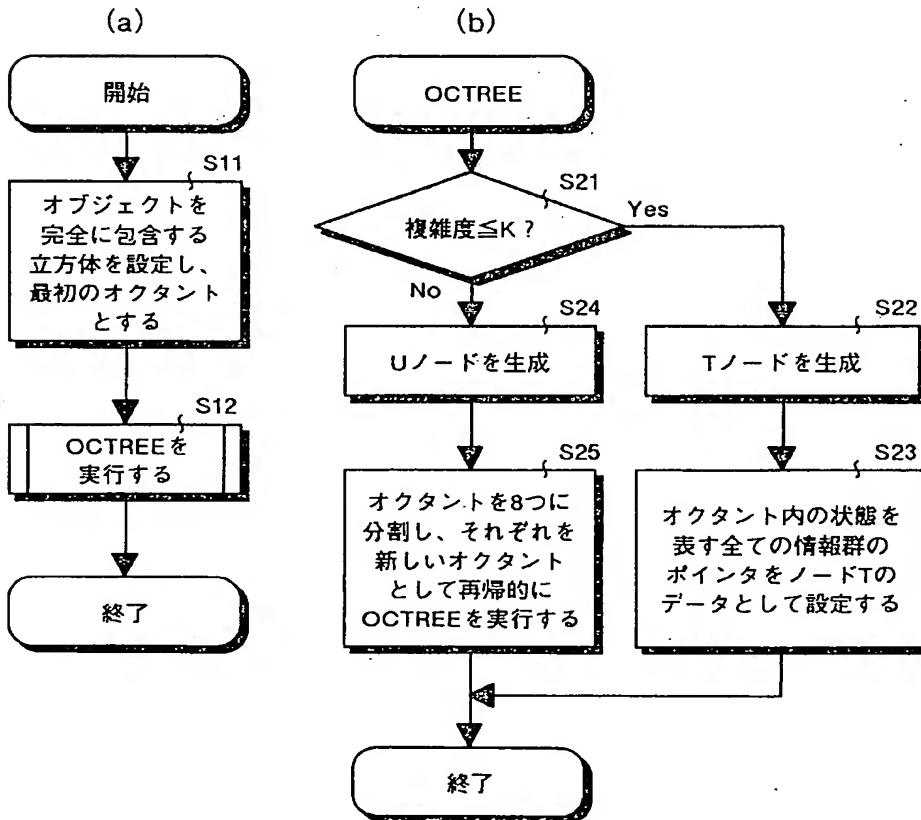
【図3】



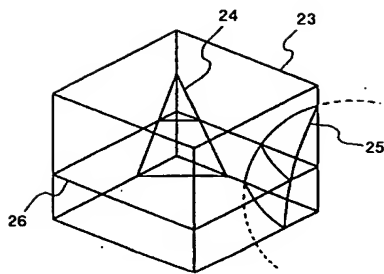
【図33】



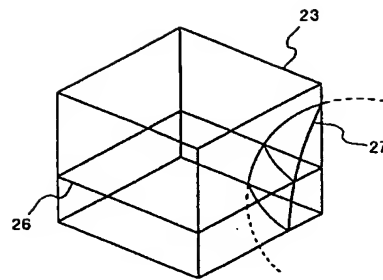
【図2】



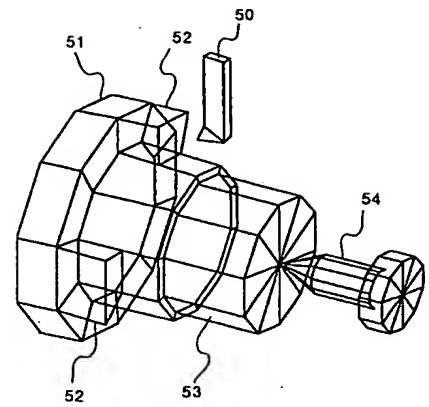
【図 4】



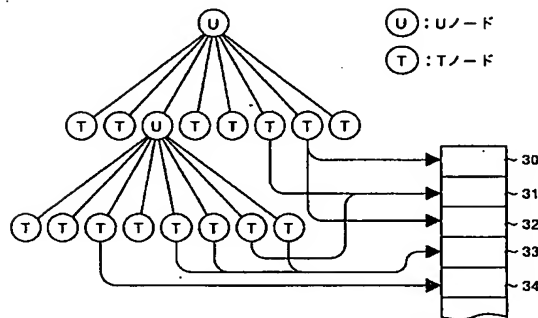
【図 5】



【図 7】

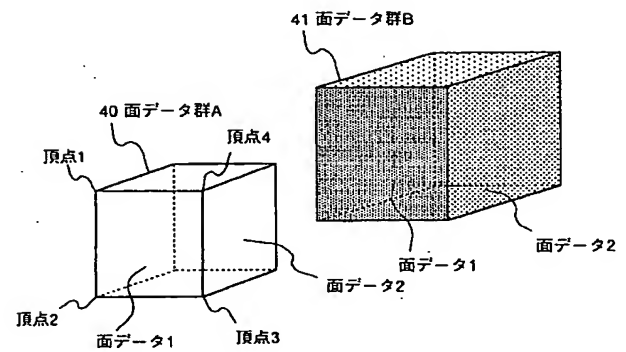


【図 6】

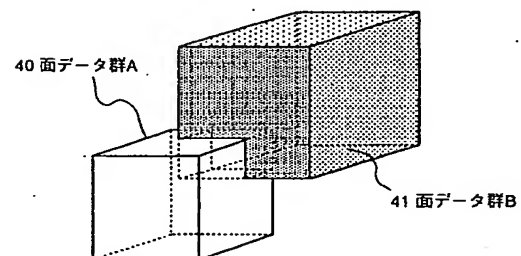


【図 8】

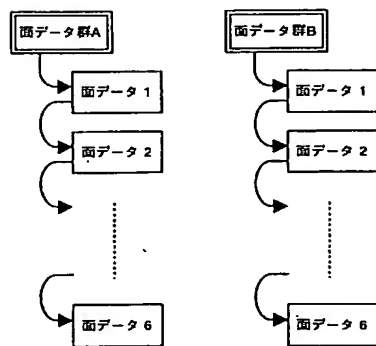
(a)



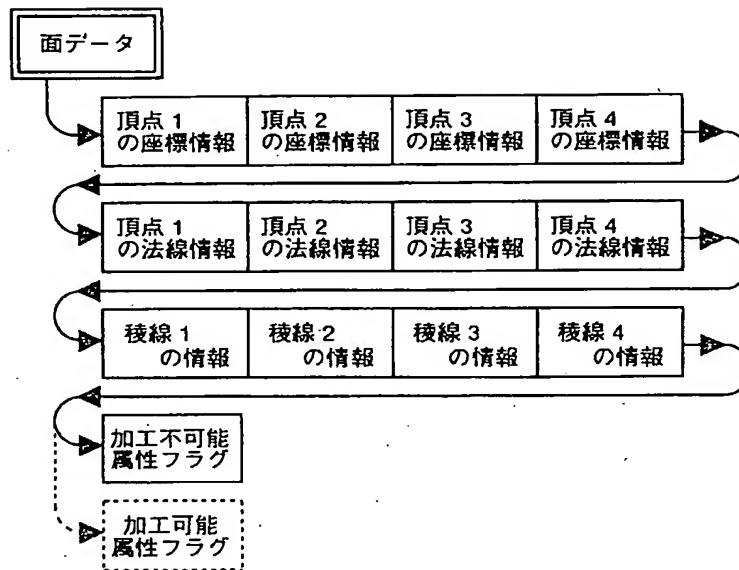
(b)



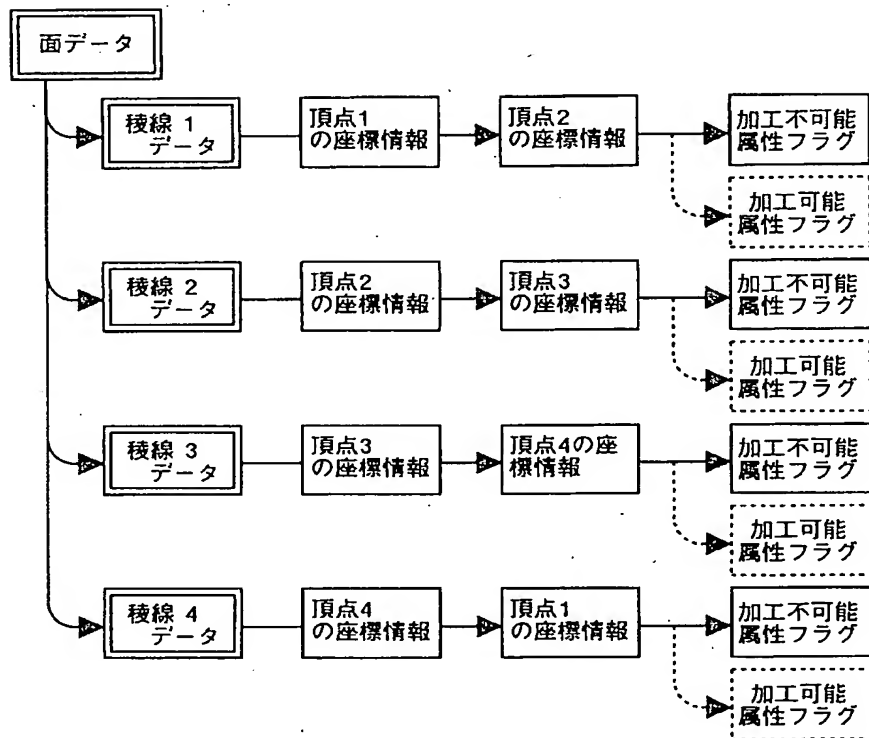
【図 9】



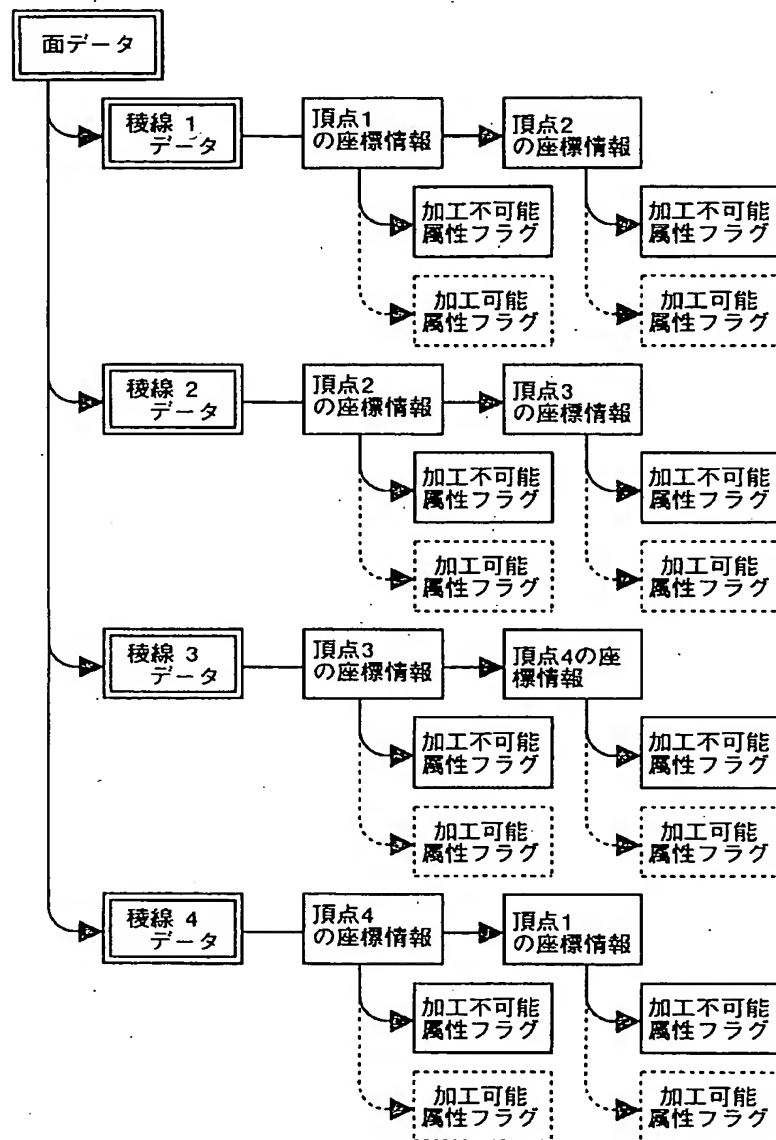
【図10】



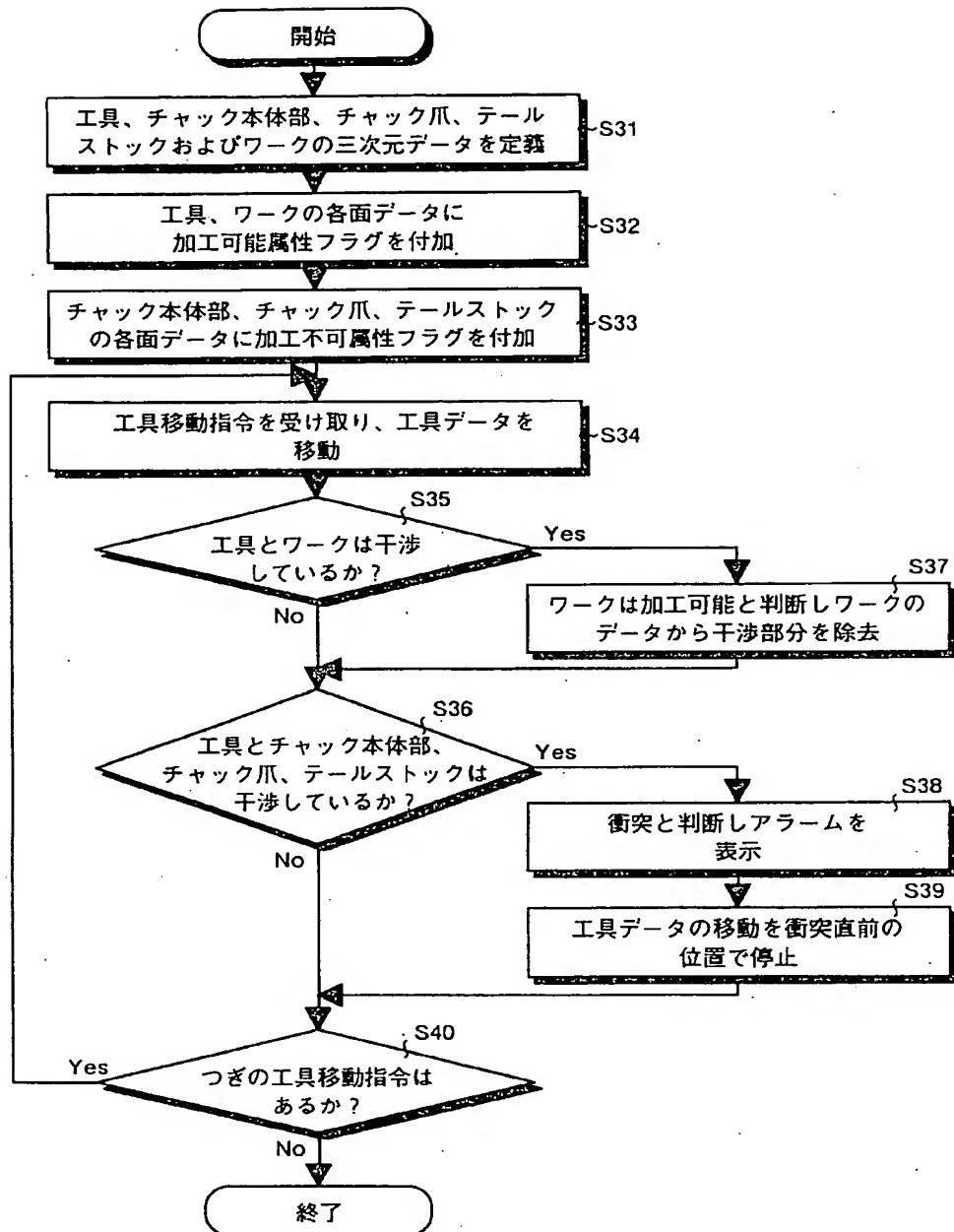
【図11】



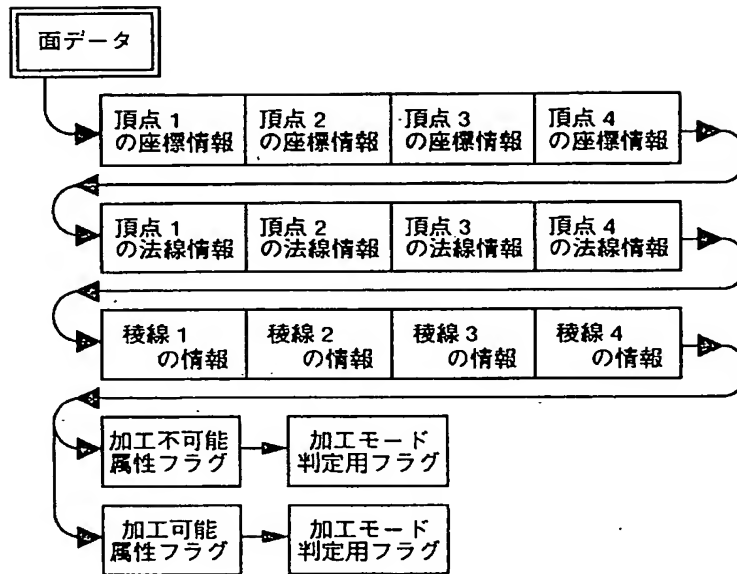
【図 12】



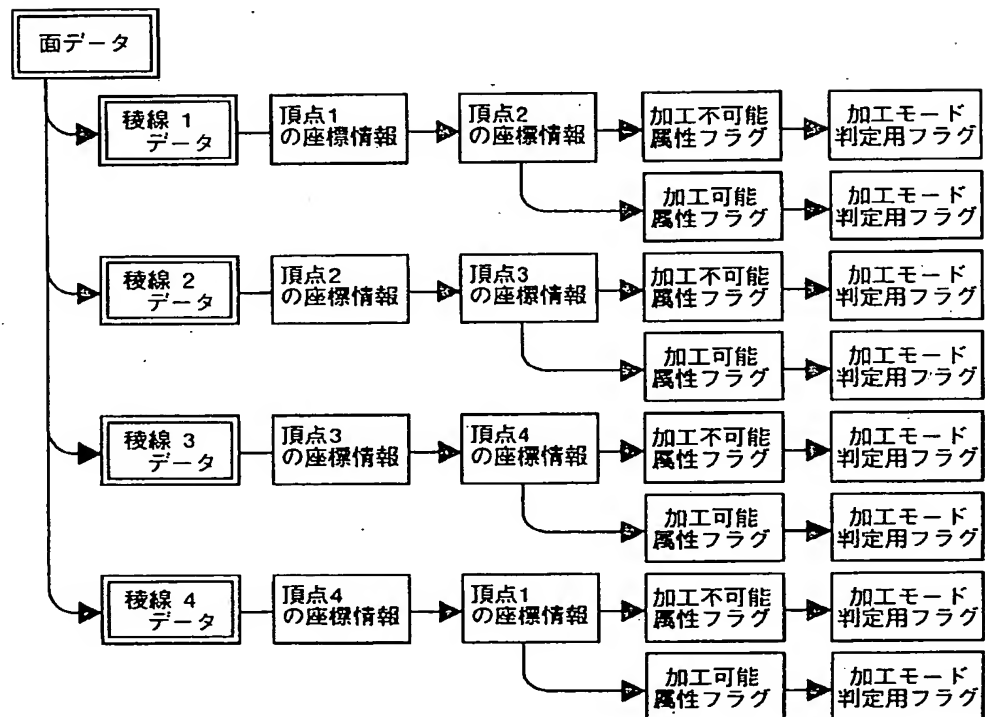
【図 13】



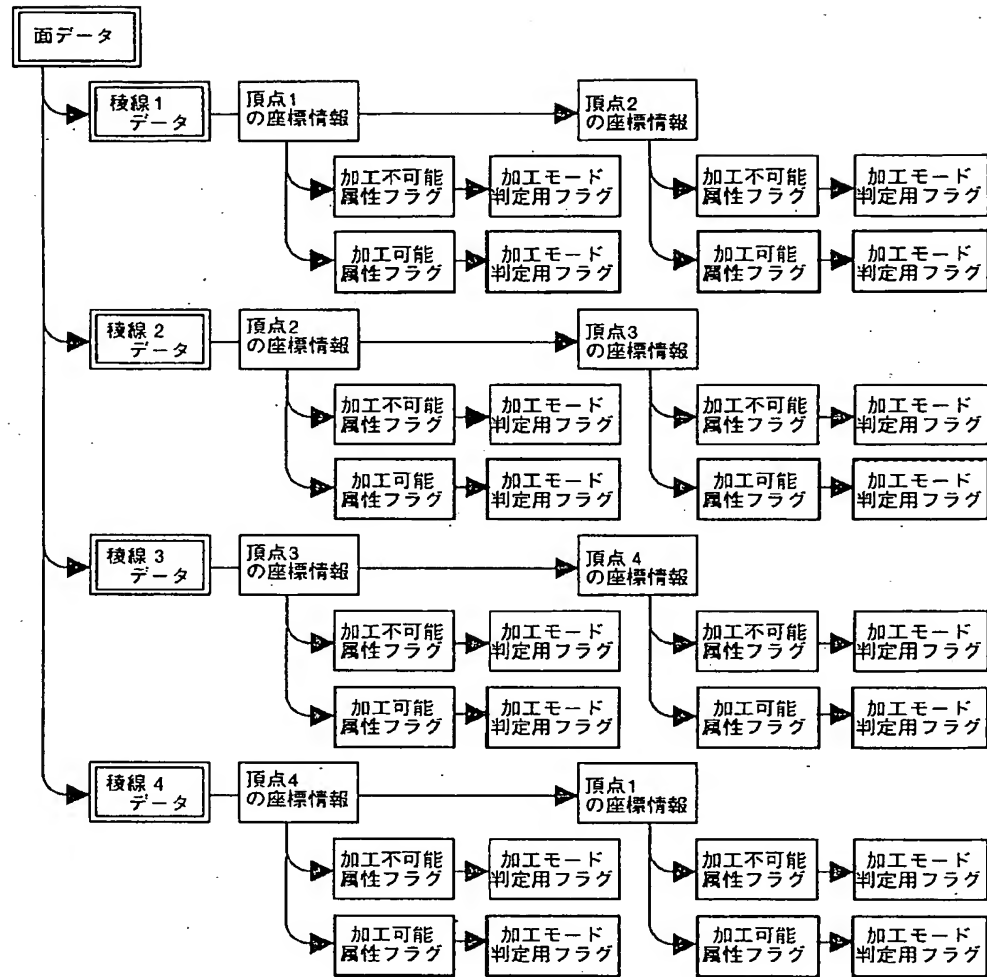
【図 14】



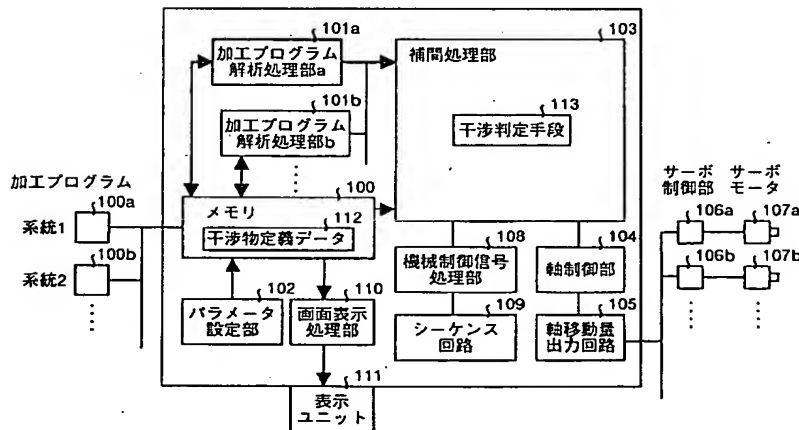
【図 15】



【図 1.6】

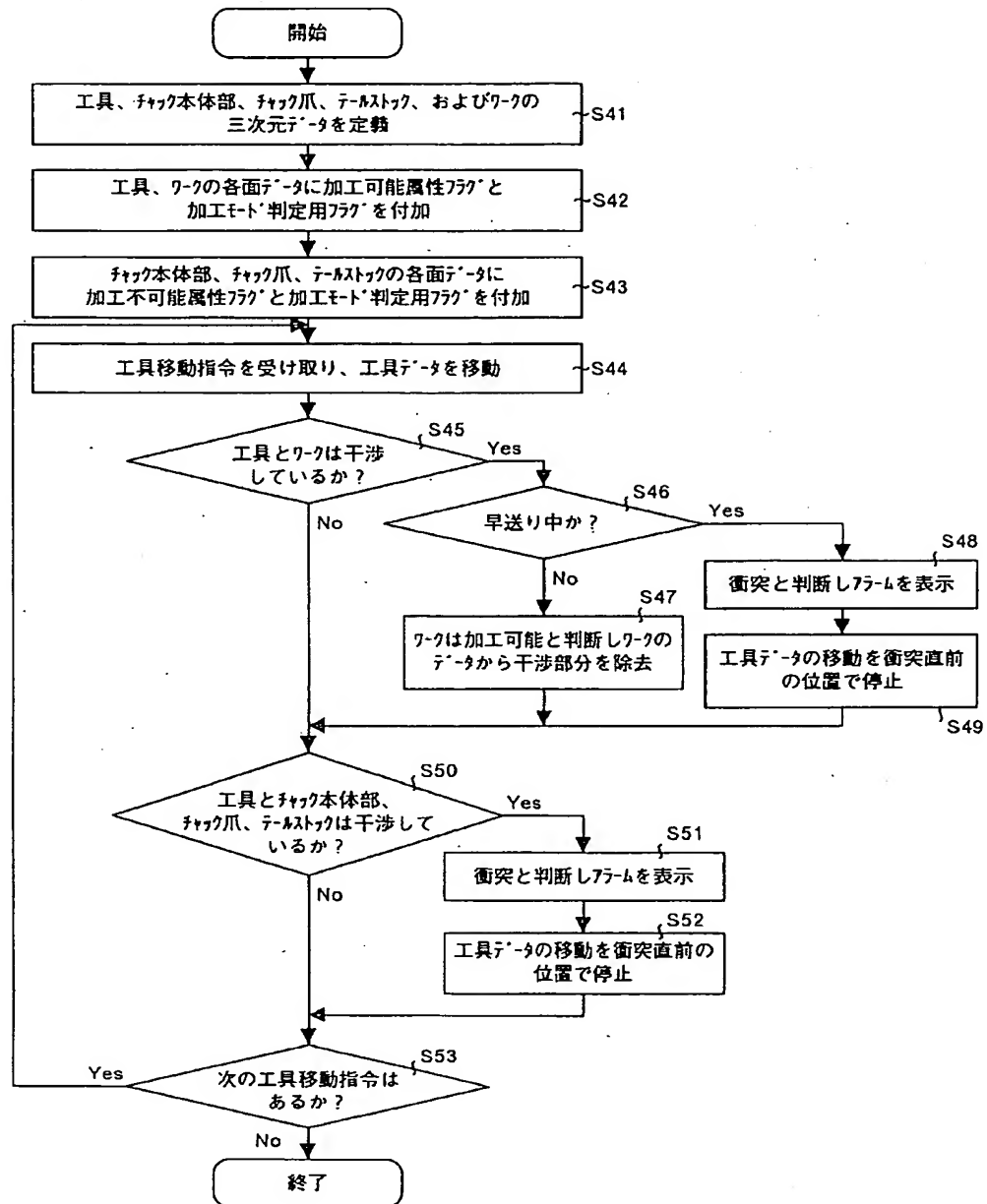


【図 3 1】

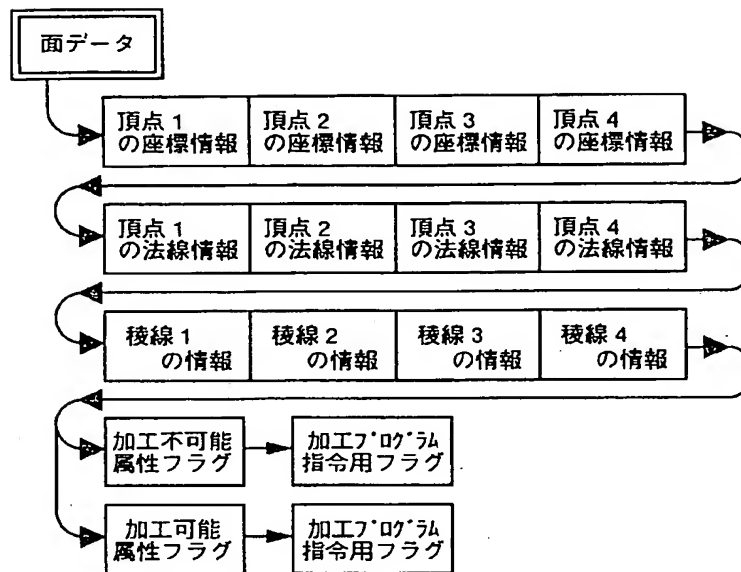




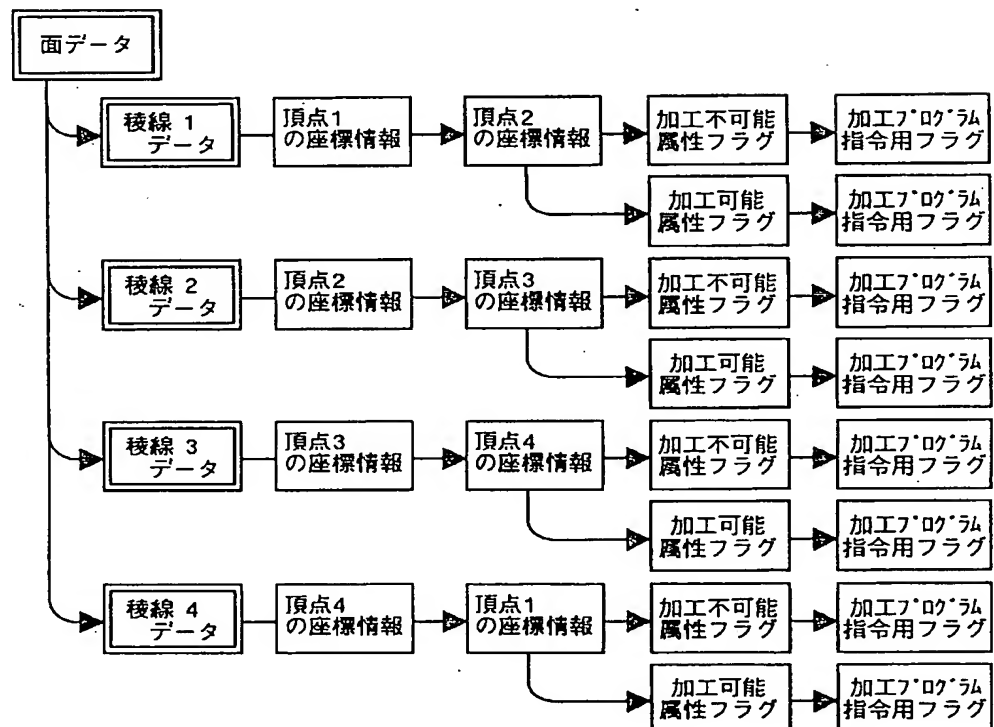
【図17】



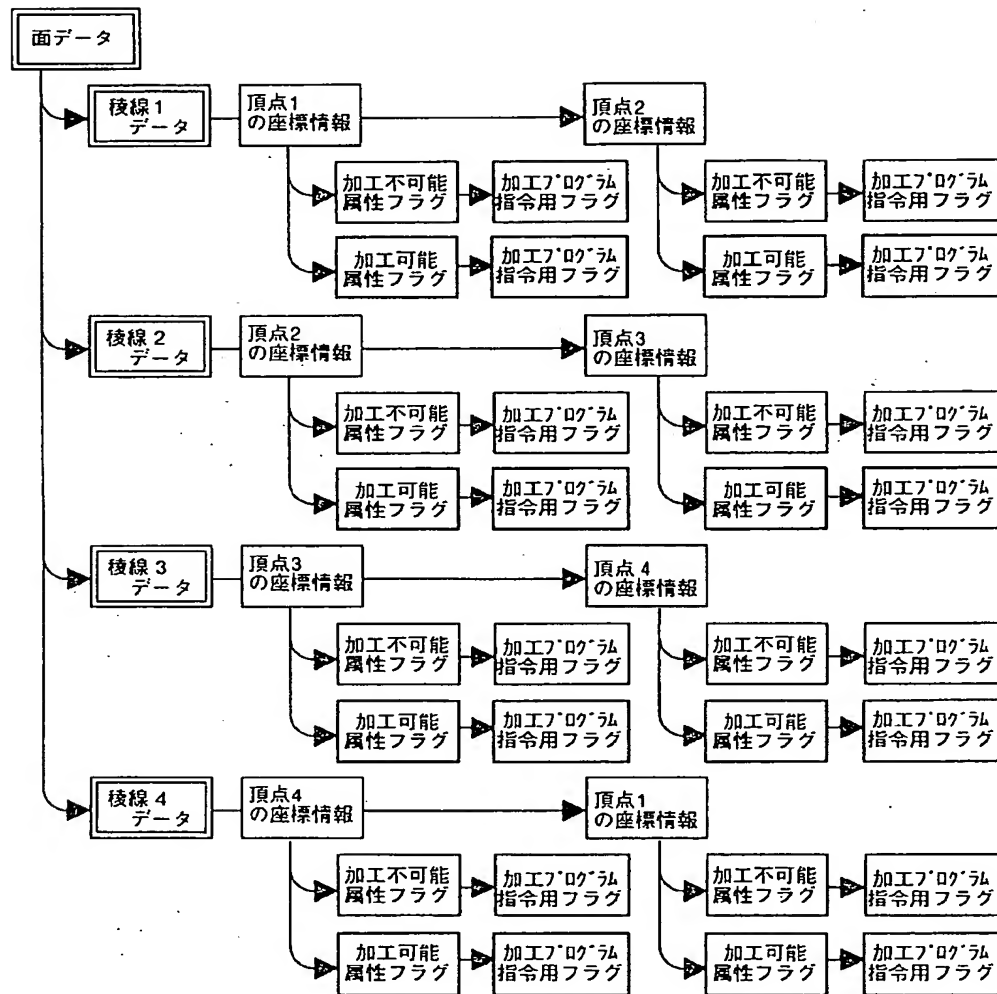
【図18】



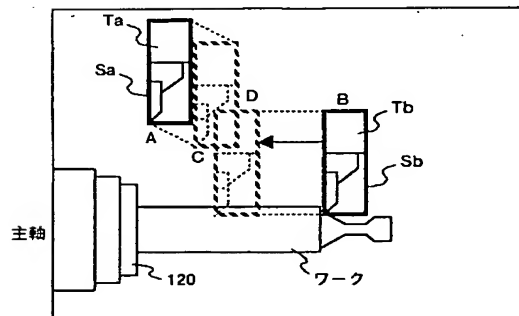
【図19】



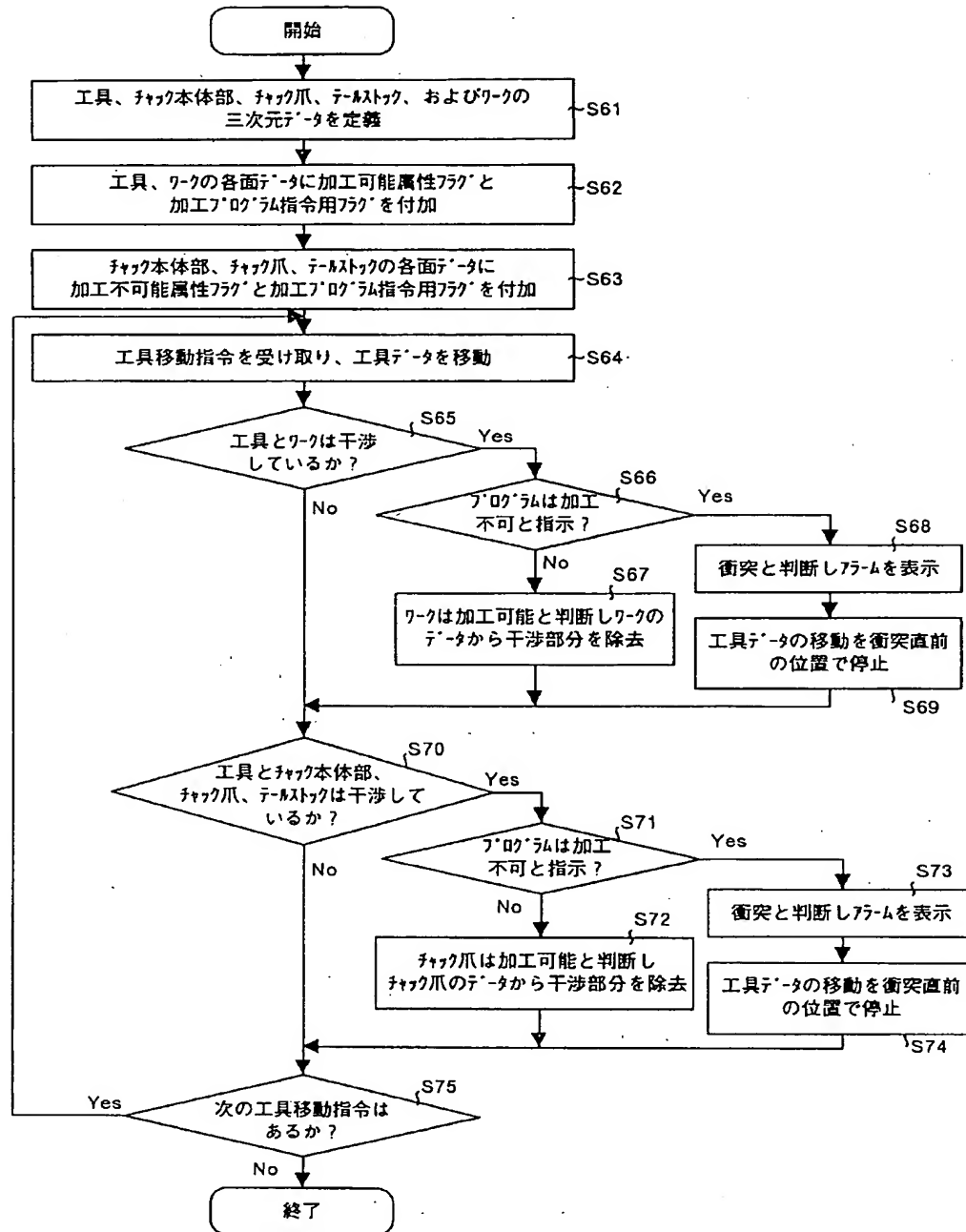
【図20】



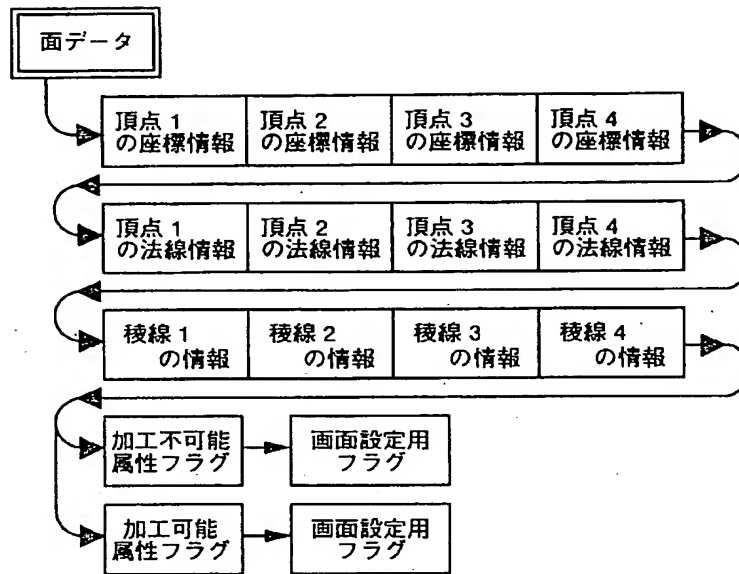
【図32】



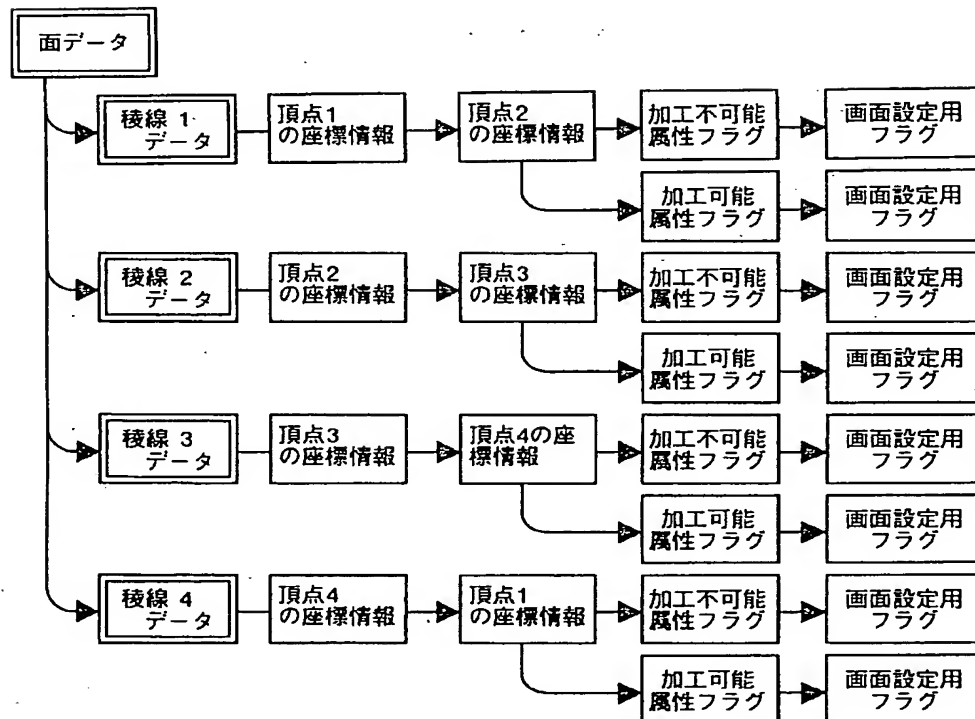
【図 21】



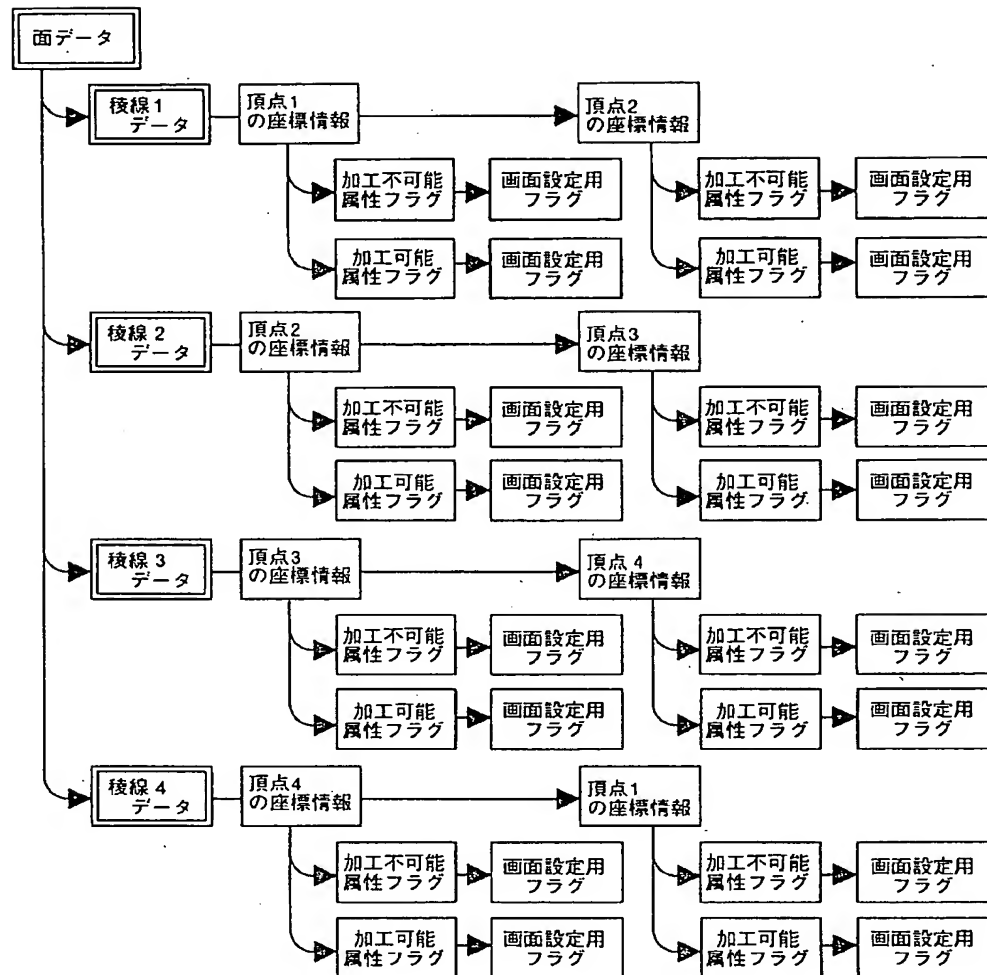
【図22】



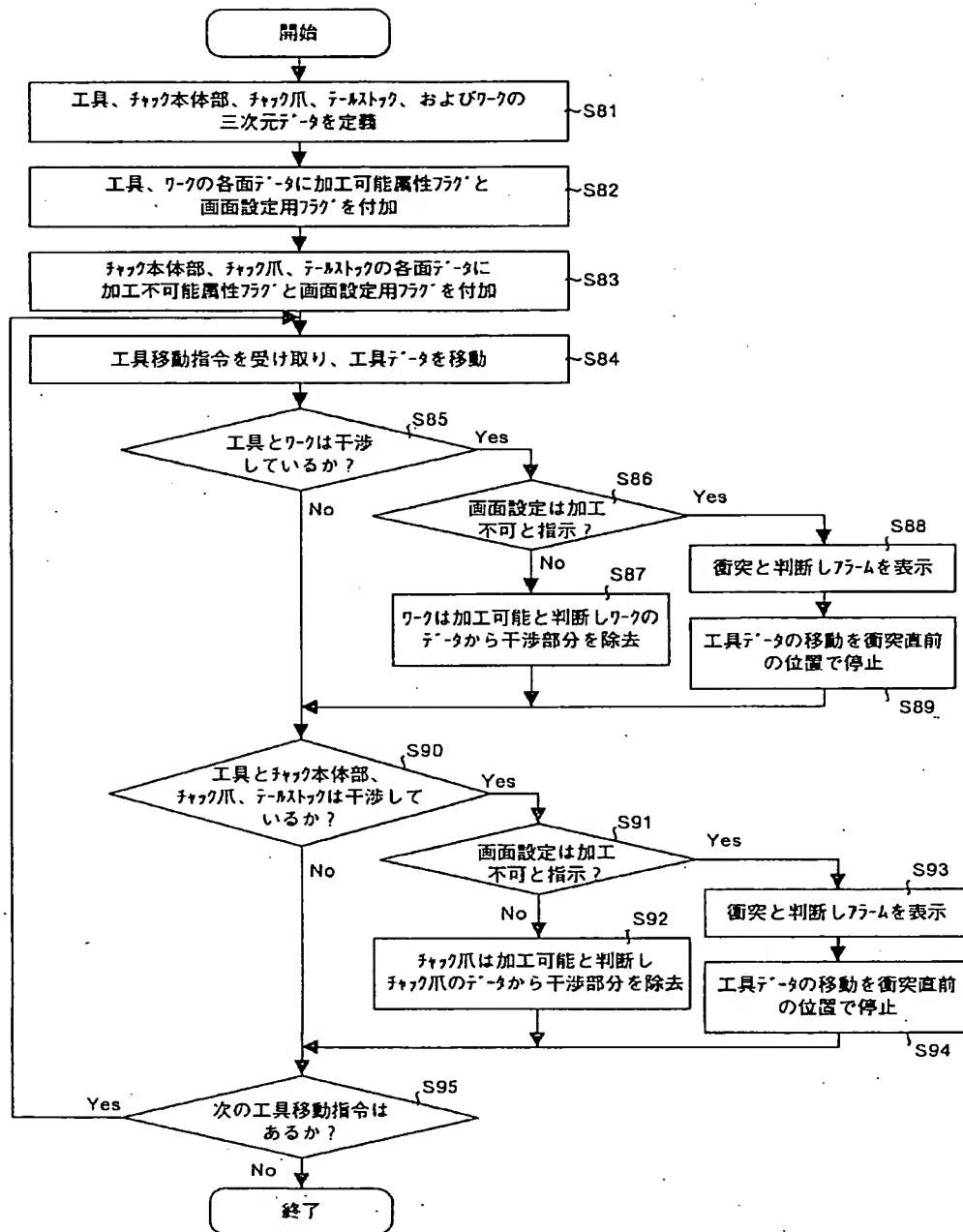
【図23】



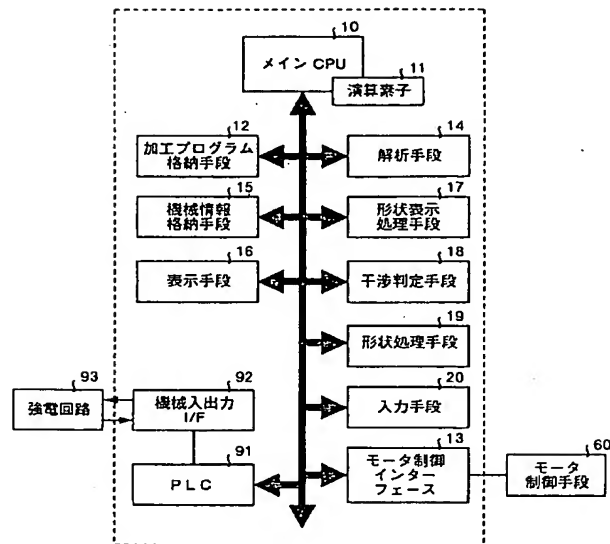
【図24】



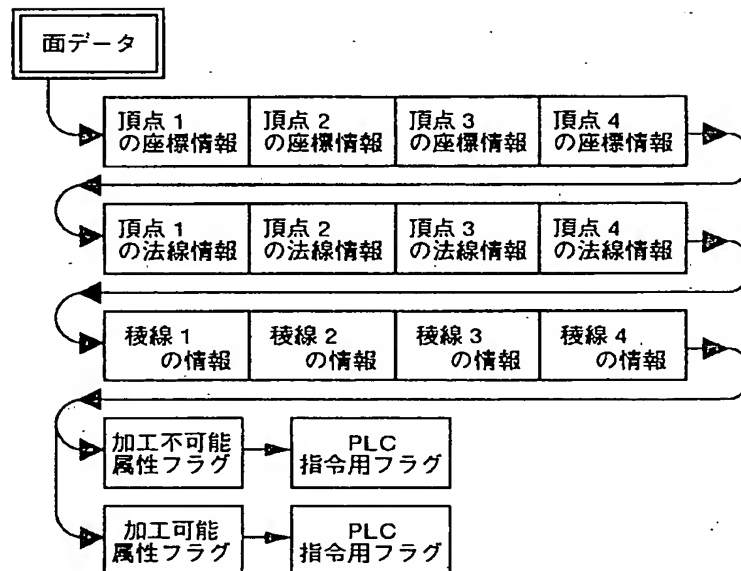
【図 25】



【図 26】

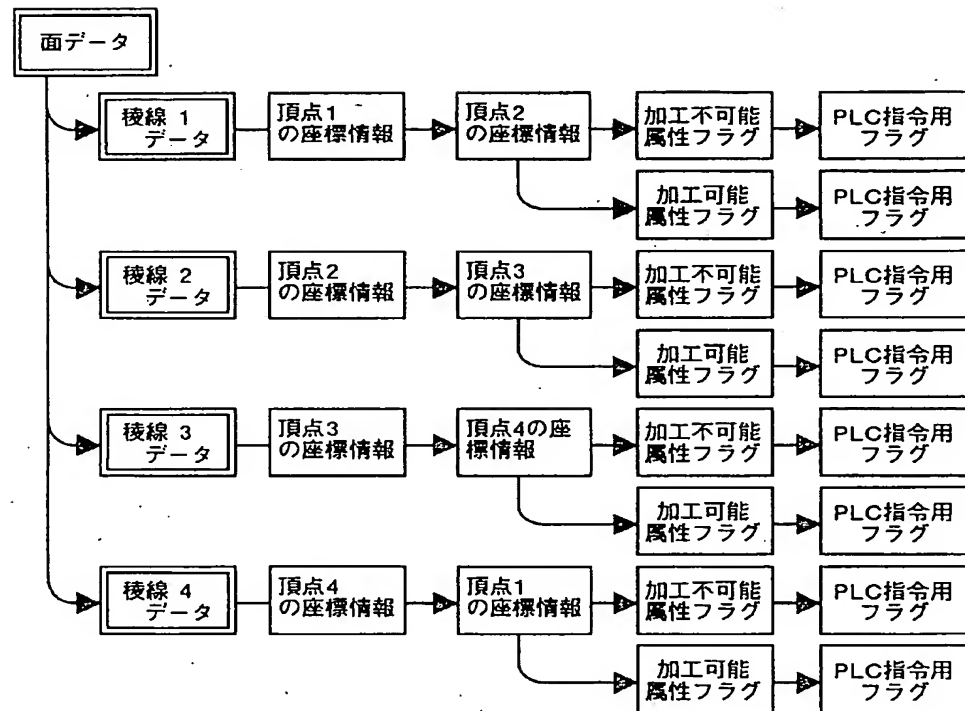


【図 27】

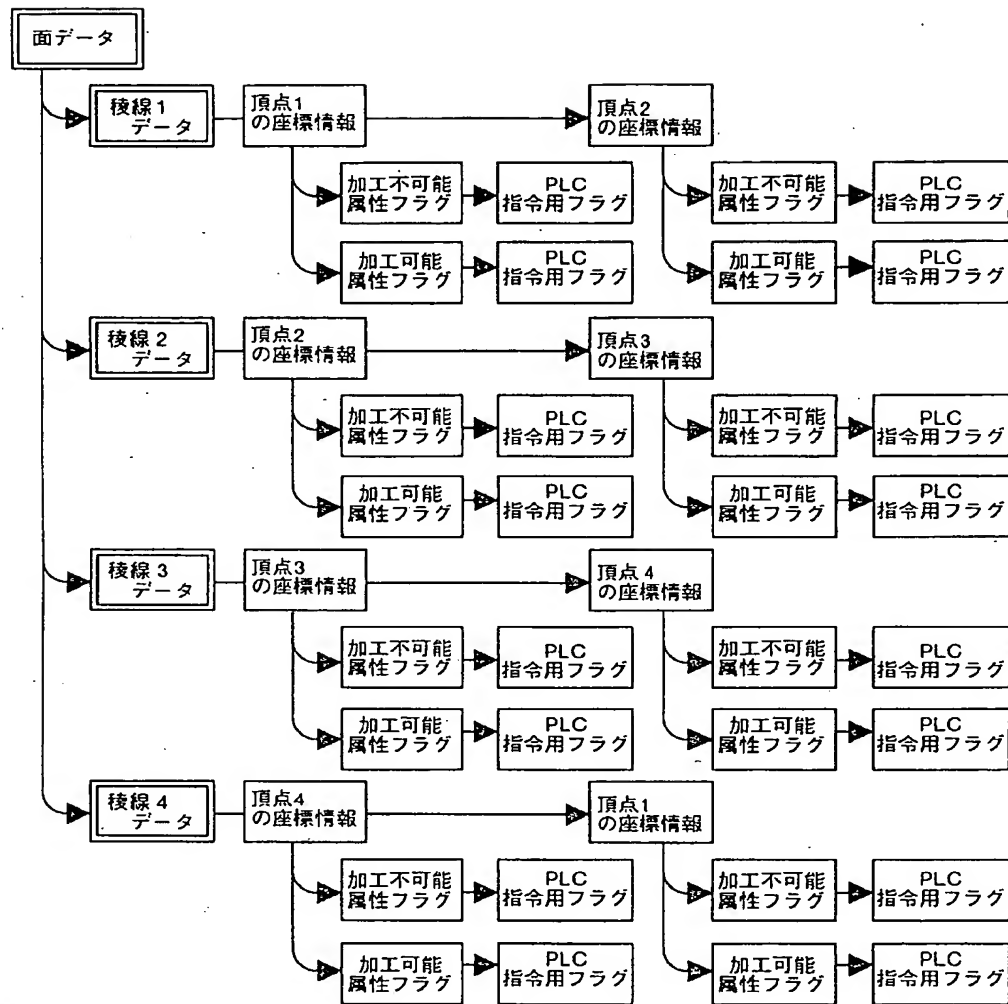




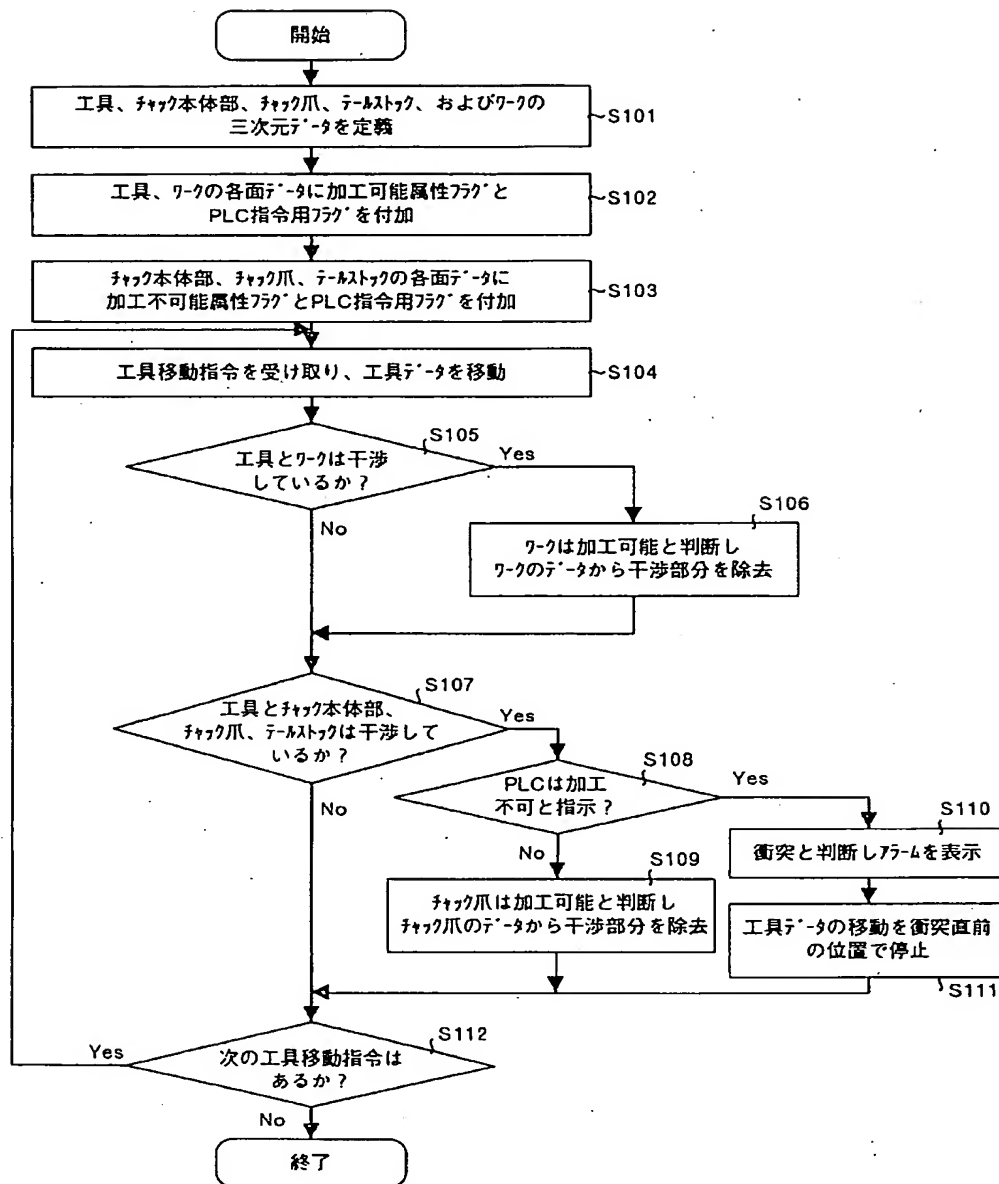
【図 28】



【図29】



【図30】



フロントページの続き

(72) 発明者 原永 智晴  
 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三  
 菱電機株式会社内

Fターム(参考) 5H269 AB02 BB13 BB14 EE07 EE13  
 EE29 GG08 JJ13 NN16 PP02  
 PP03 QB06 QB17 QC01 QC03  
 QD03 QD10 QE07 QE08 QE10  
 QE37

THIS PAGE BLANK (USPTO)